

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y PRODUCTIVIDAD– CARRETERA
QUINUA – SAN FRANCISCO TRAMO II**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

PORTOCARRERO CCACCYA DANIEL EDUARDO

Lima – Perú

2015

DEDICATORIA

A Dios, por darme felicidad y la fuerza para salir adelante.
A mi familia, por ser el principal motor de mi existencia y la motivación más grande
para seguir con vida.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
LISTA DE CUADROS.....	4
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTA DE SÍMBOLOS I SIGLAS.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPITULO I: ANTECEDENTES Y GENERALIDADES.....	8
1.1 SITUACIÓN ANTES DEL PROYECTO.....	8
1.1.1 Planteamiento del Problema.....	9
1.1.2 Objetivos.....	9
1.1.3 Metodología de trabajo.....	9
1.2 GENERALIDADES.....	9
1.3 EXPERIENCIA CON EL PRIMER TRAMO.....	10
CAPÍTULO II: FACTORES INCIDENTES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA.....	12
2.1 CONCEPTOS BÁSICOS.....	12
2.2 FACTOR GEOGRÁFICO Y CLIMÁTICO.....	14
2.2.1 Ubicación.....	14
2.2.2 Acceso.....	15
2.2.3 Orografía.....	16
2.2.4 Clima.....	18
2.3 FACTOR SOCIAL.....	21
2.3.1 Tenencia de Tierras.....	22
2.3.2 Afectaciones.....	26
2.3.3 Actividades Económicas.....	32
2.3.4 Oferta Laboral.....	32
2.3.5 Conflicto Social.....	33
CAPÍTULO III: RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD.....	35
3.1 PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA CARRETERA.....	35
3.1.1 Horarios de Trabajo.....	36
3.1.2 Equipos y Personal.....	38
3.2 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO.....	40
3.2.1 Destreza del Operador.....	40
3.2.2 Tipo de Material.....	41

3.2.3	Condiciones Climáticas.....	42
3.2.4	Posición de la Excavadora.....	42
3.2.5	Tipo de Actividad de Corte o Excavación.....	42
3.2.6	Tipo de Excavadora.....	45
3.3	MEDICIÓN DE TIEMPOS DE CARGUÍO EN EXCAVADORAS.....	45
3.4	ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD.....	49
3.5	MANTENIMIENTO DE VÍAS.....	54
	CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
4.1	CONCLUSIONES.....	58
4.2	RECOMENDACIONES.....	60
	BIBLIOGRAFÍA.....	62
	ANEXOS.....	63

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se basa en la experiencia obtenida en la construcción de la Carretera Quinua-San Francisco Tramo II, para establecer procesos constructivos eficientes y mejorar la productividad, utilizando herramientas de medición y control como el IP y poder utilizar esta información en futuros proyectos considerando los resultados obtenidos mostrados en este trabajo.

En el capítulo 1, se realiza una descripción general del proyecto, así como los antecedentes del mismo, para conocer las condiciones con las que se iniciaron los trabajos de movimiento de tierras.

En el capítulo 2, se mencionan los factores más incidentes, que fueron importantes para la construcción de la carretera en función al impacto que ocasionaron en diferentes aspectos del proyecto y sobre todo el impacto que generó en los procesos constructivos, así como en los rendimientos de diversas actividades.

El capítulo 3 menciona el cálculo de los índices de productividad, como herramienta de control para analizar la producción en base a la toma de datos en campo y un seguimiento constante a los trabajos realizados para obtener una información real y clara. También se presentan los procesos constructivos y sus rendimientos de trabajo, haciendo comparaciones en diferentes casos de los mismos y realizar un análisis de lo acontece en cada actividad de trabajo.

El capítulo 4, se presentan las conclusiones de este trabajo en base a los resultados obtenidos en la toma de datos y el análisis de la productividad. También se plasman las recomendaciones en base a la experiencia obtenida en la construcción de la carretera, que servirán para considerar en futuros proyectos tanto en la etapa de licitación, como en la etapa de ejecución.

LISTA DE CUADROS

CUADRO N° 2.01.- Poblados ubicados por progresiva.....	21
CUADRO N° 2.02.- Estatus de los terrenos usados como DME.....	24,25
CUADRO N° 2.03.- Estatus de las afectaciones por comunidad.....	31
CUADRO N° 3.01.- Horarios de cierre de vía.....	37
CUADRO N° 3.02.- Horarios de apertura de vía.....	37
CUADRO N° 3.03.- Horas trabajadas considerando cierre de vía.....	37
CUADRO N° 3.04.- Horas trabajadas debido a la ausencia de la DINOES....	38
CUADRO N° 3.05.- Equipos con los que se iniciaron los trabajos.....	38
CUADRO N° 3.06.- Cuadrilla inicial de personal.....	38
CUADRO N° 3.07.- Personal y equipos por frente de trabajo.....	39
CUADRO N° 3.08.- Categoría de operadores vs bono de producción.....	41
CUADRO N° 3.09.- Rendimientos de Eliminación por operador de Excavadora.....	41
CUADRO N° 3.10.- Rendimientos de Eliminación por tipo de material.....	42
CUADRO N° 3.11.- Característica del tractor CAT D6T vs CAT D8T.....	43
CUADRO N° 3.12.- Rendimiento de Eliminación en Plataforma por Tipo de Material.....	44
CUADRO N° 3.13.- Rendimiento de Eliminación en Plataforma por Tipo de Material.....	44
CUADRO N° 3.14.- Característica de la excavadora CAT 329 vs CAT 336 vs DOOSAN 340.....	45
CUADRO N° 3.15.- Tiempos de carguío para una CAT 329.....	46
CUADRO N° 3.16.- Tiempos de carguío para una CAT 336.....	46
CUADRO N° 3.17.- Tiempos de carguío para una DOOSAN 340.....	47
CUADRO N° 3.18.- Rendimientos teóricos de eliminación por tipo de excavadora.....	47
CUADRO N° 3.19.- Rendimientos de eliminación por tipo de excavadora considerando el horario efectivo de trabajo.....	48
CUADRO N° 3.20.- Rendimientos real de eliminación para la CAT 329.....	48
CUADRO N° 3.21.- Rendimientos real de eliminación para la DOOSAN 340.....	48
CUADRO N° 3.22.- Rendimientos real de eliminación para la CAT 336.....	49
CUADRO N° 3.23.- Rendimientos de eliminación por tipo de excavadora.....	49
CUADRO N° 3.24.- Datos tomados por volquete en una jornada de trabajo para el cálculo del IP de eliminación.....	50
CUADRO N° 3.25.- Datos tomados por volquete en una jornada de trabajo para el cálculo del IP de Transporte.....	52
CUADRO N° 3.26.- Cuadrilla de mantenimiento para la época de Estiaje.....	54
CUADRO N° 3.27.- Cuadrilla de mantenimiento para la época de Avenidas.....	56

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 2.01.- Utilización de Recursos.....	12
FIGURA N° 2.02.- Procesos y Productividad.....	13
FIGURA N° 2.03.- Tramo de Ejecución.....	15
FIGURA N° 2.04.- Perfil Esquemático.....	17
FIGURA N° 2.05.- Orografía del tramo en estudio.....	18
FIGURA N° 2.06.- Derrumbes en la carretera.....	19
FIGURA N° 2.07.- Vista frontal de un DME.....	20
FIGURA N° 2.08.- Terreno desbrozado para un DME.....	23
FIGURA N° 3.01.- Vista de los distritos de Kimbiri y San Francisco.....	36
FIGURA N° 3.02.- Vigía dirigiendo el tránsito.....	39
FIGURA N° 3.03.- Excavadora perfilando talud.....	43
FIGURA N° 3.04.- Trabajos de mantenimiento con motoniveladora.....	55
FIGURA N° 3.05.- Trabajos de mantenimiento con motoniveladora y rodillo liso.....	55
FIGURA N° 3.06.- Deterioro de las vías por las lluvias.....	56
FIGURA N° 3.07.- Excavadoras aperturando una vía afectada por un derrumbe.....	57

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

DME	Depósito de Material Excedente.
DINOES	División Nacional de Operaciones Especiales.
IP	Índice de Productividad.
CVQ	Consortio Vial Quinua.
VRAE	Valle de los Ríos Apurímac y Ene.
PACRI	Plan de Compensación y Reasentamiento Involuntario.
Topsoil	Capa superior de material orgánico.
DGASA	Dirección General de Asuntos Socio Ambientales.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país existen muchas vías que se encuentran en mal estado, así como también vías en las cuales debido al creciente desarrollo en algunas ciudades y localidades de nuestro Perú, han dejado de ser eficientes, y ameritan su ampliación, mejoramiento, rehabilitación, y en general necesitan que se mejoren sus condiciones tanto en capacidad como en transitabilidad porque atenderán una demanda cada vez mayor.

La mayoría de las carreteras que están por construirse son principalmente en las provincias de nuestro territorio, donde existen diversos tipos de climas, así como también una geomorfología muy variada, lo cual implica que la construcción de las carreteras tenga diversas variantes y complicaciones por lo anteriormente mencionado, y es por ello que los estudios de anteproyecto deben ser realizados de manera meticulosa y por entidades serias que garanticen la calidad de los estudios realizados.

En este escenario, el cual debido al creciente desarrollo de nuestro país, se vislumbra tan favorable para el sector de la construcción, se desarrolla el siguiente trabajo. En este contexto existen diversas actividades que se ejecutan en diferentes etapas del proyecto y de las cuales nos enfocaremos en la etapa inicial de la construcción del proyecto "Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Quinoa-San Francisco Tramo II", la cual comprende el movimiento de tierras masivo a nivel de explanaciones.

Los trabajos de movimiento de tierra, tienen diferentes rendimientos, los cuales a su vez tienen diversos factores que ocasionan variaciones en los mismos como pueden ser, la orografía, el clima, distancias a DME, tipo de material, tipo de equipo a utilizar, etc.

En la construcción la carretera en mención, se presentaron diversos factores que afectaron nuestra producción, por lo que es importante hacer seguimiento a cada actividad realizada para poder identificar oportunidades de mejora, a través de la toma de datos y estableciendo ratios que nos permitan medir y controlar los trabajos que se realizan a lo largo del desarrollo de todo el proyecto.

CAPITULO I: ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1 SITUACIÓN ANTES DEL PROYECTO

Antes de iniciar el proyecto, la vía a nivel de afirmado, no contaba con características técnicas adecuadas pues los sistemas de drenaje son insuficientes, los radios de curvatura elevados y en algunos tramos las secciones transversales no son las adecuadas. Se presentan en muchos casos con secciones mínimas que no permiten el cruce de dos unidades, situación que impide la circulación de tránsito pesado. De otro lado, a las bajas velocidades de los vehículos se originan también por las fuertes pendientes a altitudes que superan los 3000 m.s.n.m.

Este difícil acceso impide que la población pueda acceder de manera rápida y oportuna a los servicios básicos de salud, educación y otros. Así mismo se hace difícil el traslado de los productos a los mercados regionales y provinciales para comercializar sus productos y si lo hacen, los costos son elevados. Esta situación incide en el precio final de los productos.

Otro aspecto negativo que se presenta es la inseguridad latente en época de lluvias debido a las interrupciones en la vía que ocurren por los derrumbes de los taludes inestables, lo que conlleva a un bajo nivel de servicio.

De lo descrito, debido a las mayores distancias y al estado de las vías que causan un mayor costo para los usuarios (tiempos de viaje y costos operativos de transporte vehicular, pérdida de captación de mercados, accidentes, etc.), por la dependencia vial (creciente necesidad de mayor requerimiento de recursos para conservación), se genera una situación que incide negativamente en la posibilidad de promover el desarrollo de las actividades económicas de la región, y por tanto en la mejora de la calidad de vida de su población.

1.1.1 Planteamiento del problema

En la construcción de la carretera surgen distintos problemas, sobre todo cuando se va a iniciar los trabajos de corte a nivel de explanaciones y más aún cuando esta carretera se desarrolla en un tramo de Selva Alta de topografía accidentada, donde por condiciones climáticas, topográficas, geológicas, hidrológicas, medio ambientales y sociales se generan sobre costos no previstos en las partidas, además de perjudicar de manera directa la eficiencia de los procesos constructivos.

Ante ello es necesario solucionar estos diversos problemas in situ, mediante consideraciones a seguir que se propondrá en base a la toma de datos y aplicarlos para la mejora de los procesos constructivos, la optimización de los equipos de corte y transporte, y el mantenimiento de la carretera y accesos. Es necesario tomar mediciones en campo de los rendimientos de los equipos de carguío, corte y transporte, así como también estimar ratios de producción que nos permitan controlar nuestros costos. Además de plantear una adecuada distribución en planta de todos nuestros accesos a los diferentes botaderos, puntos de acopio, zonas de parqueo, talleres mecánicos, etc para optimizar los movimientos de los equipos y organizar nuestros recursos en adecuados frentes de trabajo.

1.1.2 Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo principal, proporcionar procesos constructivos eficientes, mediante la optimización de los recursos. También se pretende establecer ratios de producción reales que contemplen los múltiples problemas no previstos que se presentan cuando se realizan los trabajos de corte a nivel de sub-rasante y que nos permitan medir de manera eficiente y sincerada los rendimientos de las actividades.

1.1.3 Metodología de trabajo

La metodología de trabajo utilizada será la toma de datos reales en campo de las actividades más incidentes dentro de esta primera etapa de movimiento de tierras, para esto se fijaran ratios de producción (rendimientos), así como establece indicadores de productividad (ip), para analizar los resultados tomados en campo, e identificar oportunidades de mejora.

1.2 GENERALIDADES

El Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Quinua-San Francisco es un proyecto del Estado que forma parte del Proyecto de Integración Vial-VRAE el cual permitirá la integración vial y económica de los pueblos del Valle de Rio Apurímac con el mercado nacional a través de la carretera Lima-Ica-Ayacucho-Quinua-San Francisco perteneciendo a la Red Vial Nacional, emplazada en la ruta nacional N° 28B, en el sector que comprende el denominado Tramo II.

Nominalmente según el contrato y los Términos de Referencia, el tramo abarca desde el Km 78+500 al Km 172+420, sin embargo al efectuar el trazo definitivo y con las nuevas características muy propias de la vía, tenemos que la misma se desarrolla desde el Km 78+540 hasta el Km 173+270 incluyéndose varias

ecuaciones de empalme, lo que efectivamente genera una longitud total de 94.59 kilómetros.

La modalidad de ejecución este proyecto es a Precios Unitarios.

La empresa contratista ejecutora de la construcción de la carretera Quinua-San Francisco Tramo II es el Consorcio Vial Quinua y está conformada por las empresas GyM, ICCGSA y el proyecto inició en Mayo del 2012.

El nivel de tratamiento de la superficie de rodadura será a nivel de carpeta asfáltica en caliente, según se ha determinado en el estudio de Factibilidad, lo que objetivamente mejorara las condiciones de serviciabilidad, tratamiento que estará acorde con las características de la vía en el tramo precedente.

La construcción de esta obra tiene como objetivo brindar a la población de la Región Ayacucho específicamente del área de influencia, una vía en condiciones adecuadas y óptimas de transitabilidad. La Ruta 28B conjuntamente con la ruta 24A forman la denominada Vía Los Libertadores Wari considerada como la vía más importante de integración y desarrollo a nivel macro regional, que posibilita la articulación de las regiones naturales de costa, sierra y selva. Así mismo, conecta centros de producción importantes como Ayacucho – Huanta – San Miguel - San Francisco cuya producción tiene orientación a los mercados nacionales e internacionales.

1.3 EXPERIENCIA CON EL PRIMER TRAMO

El proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Quinua-San Francisco consta de 2 tramos. El primer tramo va desde el km 26+000 al km 78+500 llegando al centro poblado de Challhuamayo con una longitud total de 52.5 km. La ejecución del primer tramo se inició en Abril del 2011 y de acuerdo a los términos contractuales debe terminar en Abril del 2013.

El tramo se caracteriza por ubicarse en una zona de sierra de topografía accidentada en la cual los trabajos a nivel de explanaciones se ejecutaron sin mayores inconvenientes debido a que no existían demasiados cortes altos. Un factor importante en la construcción de este primer tramo fue la presencia policial en casi toda la zona, para permitir la fluidez del tránsito y el cumplimiento de los horarios de cierre de vía en las localidades de el Tambo y Quinua. Esto permitía que se respeten los horarios de cierre de la vía para poder realizar los trabajos de construcción sin mayores interferencias y repercutía positivamente en la partida de transporte, la cual es una partida muy incidente por la necesidad de

eliminar el material excedente de corte. Otro aspecto importante es que en época de lluvias los derrumbes no eran frecuentes, de magnitudes no significantes que permitieron que los volúmenes de la partida remoción de derrumbes no excedieran a lo estimado en el presupuesto.

Los DME (Deposito de Material Excedente), se ubicaban en su mayoría en zonas estables y con accesos definidos, con lo cual el único inconveniente es el saneamiento técnico legal.

Estos factores mencionados en la construcción del primer tramo tales como la parte social, geográfica y climática, los DME, etc, deberían ser considerados para presupuestar y construir el segundo tramo de la carretera Quinua-San Francisco, previendo así un planteamiento adecuado de los frentes de trabajo, recursos a utilizar y establecer ratios adecuados de producción para las partidas más incidentes.

CAPÍTULO II: FACTORES INCIDENTES EN LA CONSTRUCCIÓN.

2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

Productividad es el cociente de la división entre la producción y los recursos empleados para lograr dicha producción.

$$\text{Productividad} = \text{Cantidad producida} / \text{Recursos empleados}$$

La productividad también puede definirse como una medición de la eficiencia con que los recursos se administran para completar un producto específico, dentro del tiempo establecido y con la calidad acordada. Es decir, la productividad comprende tanto la eficiencia como la efectividad.

La eficiencia implica la buena utilización de los recursos, es decir si en movimiento de tierra podemos realizar eliminación de material utilizando una excavadora para corte en un talud y realizando el carguío de dicho material en un volquete de 17 m³ de capacidad, habremos empleado los recursos con los equipos indicados. La efectividad en cambio, hace referencia al cumplimiento de logros o metas alcanzadas para una determinado trabajo, como por ejemplo para el caso anterior se realiza una eliminación de material utilizando los mismos recursos anteriormente descritos, sin embargo se alcanza al final de jornada un mayor volumen de eliminación, y esto debido a que se eliminaron tiempos improductivos, se mejoró la posición de carguío, las vías de acceso se encontraban en un estado óptimo, etc.



FIGURA N° 2.01.- Utilización de recursos.

De la figura anterior, podemos ver que es necesario que las empresas o los proyectos de construcción se ubiquen en el cuadrante de alta eficiencia y alta efectividad ya que así se logrará una alta productividad.

La productividad sufre constantemente un proceso de transformación, tal como se indica en la Figura . Al proceso ingresan recursos para dar un servicio o producir un bien y luego a través del proceso obtener un producto o servicio cumplido. En una o movimiento de tierras los principales recursos que se utilizan en el proyecto son los siguientes:

- Los materiales (repuestos de equipos, combustibles, explosivos (en caso exista voladura), materiales de cantera(para los rellenos), etc.
- La mano de obra
- La maquinaria y equipos

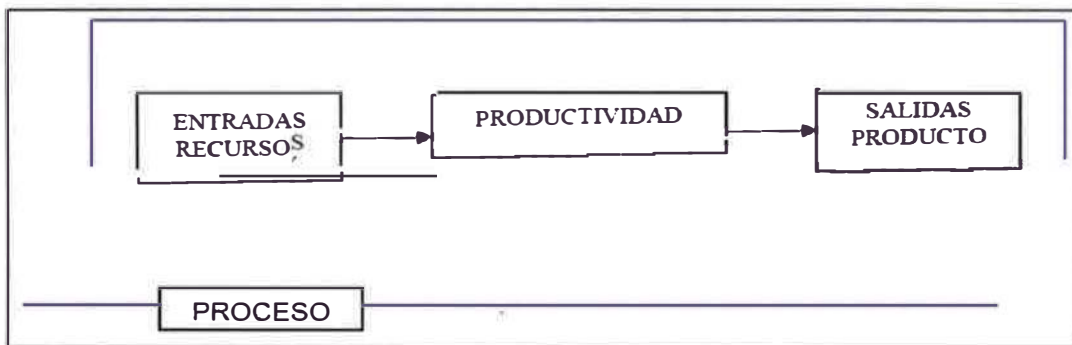


FIGURA N° 2.02.- Proceso y Productividad

Considerando los recursos anteriormente mencionados podemos definir las siguientes productividades:

1. Productividad de los materiales: Planificar adecuadamente las cantidades de los diversos materiales que se utilizaran y contar con ellos en el momento oportuno pero sin aumentar el stock.

2. Productividad de la mano de obra: La mano de obra en esta operación la conforman básicamente los operadores de los equipos. De la habilidad de estos, depende en gran medida, su producción y el rendimiento.

3. Productividad de la maquinaria: Es un factor crítico, de ellas depende la producción y en gran medida la productividad de los otros recursos.

El rendimiento o producción es otro concepto importante, que para este caso particular lo aplicaremos a las maquinarias, es decir definiremos el concepto de rendimiento de un equipo.

El rendimiento o producción de una máquina es el número de unidades de trabajo que realiza en la unidad de tiempo, que generalmente es la hora:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Unidades de Trabajo}}{\text{Hora}}$$

Las unidades de trabajo o de obra más comúnmente empleadas son el m³. La unidad de tiempo más empleada es la hora, aunque en otros casos se puede representar también por jornada de trabajo o día.

De los conceptos anteriormente mostrados podemos comprender que la productividad posee gran cantidad de elementos, los cuales la hacen extremadamente compleja, ya que cada elemento que ella contempla, puede verse afectada por diversos factores que beneficiaran o perjudicaran su desempeño condicionando así el avance del proyecto.

Se describirán a continuación los factores que tuvieron más incidencia en la construcción de la carretera y en consecuencia como afectaron la productividad más crítica en esta primera etapa del proyecto la cual consiste en el movimiento de tierras a nivel de explanaciones.

2.2 FACTOR GEOGRÁFICO Y CLIMÁTICO

2.2.1 Ubicación

La carretera Quinua – San Francisco, en su Tramo 2 (Km.78+540 al Km.173+270), se desarrolla en el sector centro sudeste del territorio Peruano y está comprendida en la Cordillera Oriental, en la Faja Subandina y Llanura Amazónica. Se ubica dentro de las Provincias de Huamanga, Huanta y La Mar del departamento de Ayacucho.

Esta vía sirve de interconexión intra regional entre zona Andina con la Selva Alta a través de las provincias de Huanta y La Mar de la región Ayacucho y a nivel extra regional con la zona de selva de la provincia de La Convención de la región Cusco.

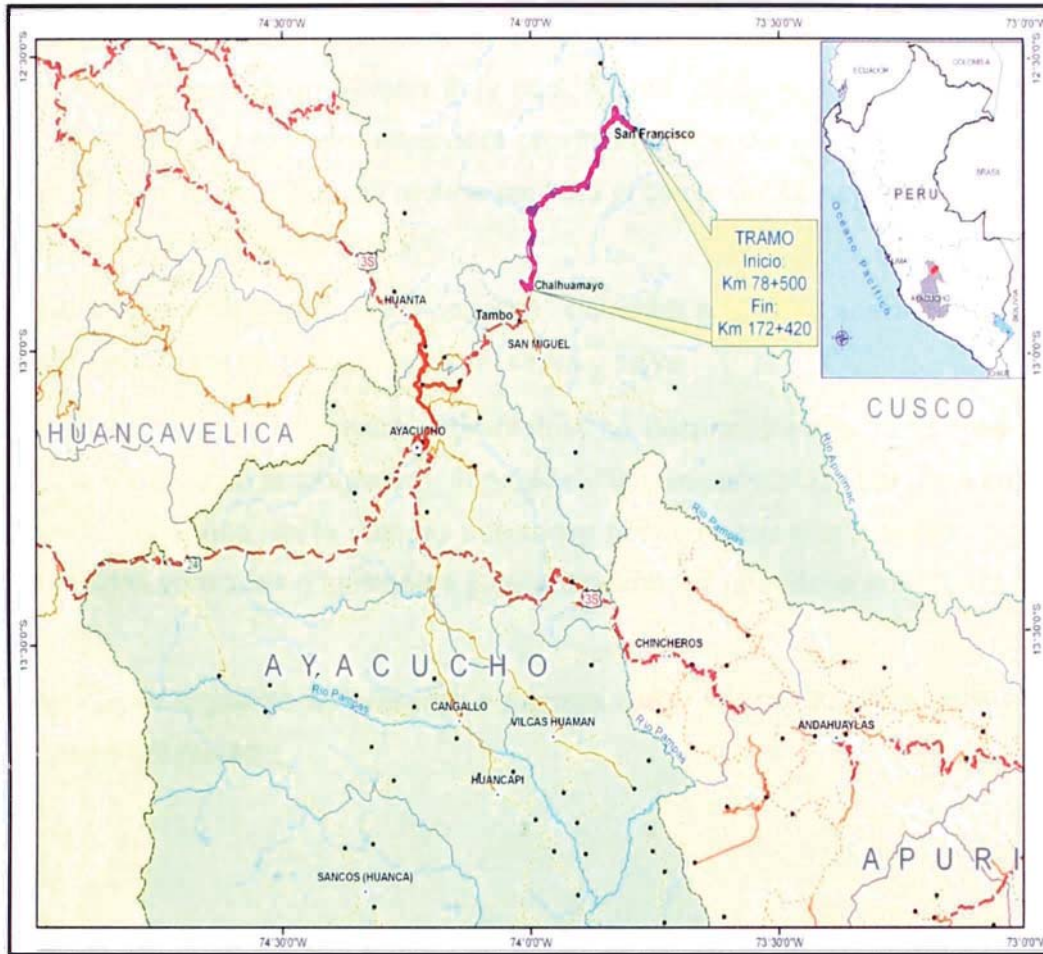


FIGURA N° 2.03.- Tramo de Ejecución de la carretera.

2.2.2 Acceso

El acceso a la zona del proyecto se da por vía Lima – Ica – Ayacucho –Quinoa – Tambo - San Francisco, de la cual, se tiene que la carretera Lima - Ayacucho de 229 Km de longitud, está a nivel de asfaltado en buen estado de conservación, lo mismo que el tramo Dv. Ayacucho – Ayacucho de 312 Km de longitud. Desde Ayacucho se continúa por la carretera Ayacucho - Huanta, hasta el desvío a Quinoa de 16 Km de longitud, con una superficie de rodadura a nivel de asfaltado, en regular estado de conservación. Luego se continúa el tramo Huanta - Quinoa de 26 Km de longitud, con una superficie de rodadura a nivel de asfaltado en buen estado de conservación. Finalmente se continúa el recorrido en el tramo desde Quinoa pasando por Tambo hasta llegar al Centro Poblado de Chalhuanayo con una longitud 54 Km en donde se inicia el tramo del presente estudio.

2.2.3 Orografía

El tramo II atraviesa un terreno muy accidentado, comprendido entre altitudes variables de 3,822 m.s.n.m. en el abra próxima al inicio del tramo y 644 m.s.n.m. en el final del tramo. El tramo recorre paralelo al cauce de los ríos y se presentan condiciones orográficas tipo 3 y 4.

En su mayoría, casi todo el proyecto se encuentra a Media Ladera con fuertes pendientes en los tramos ubicados en sierra y selva.

El tramo en el cual se basará este informe se desarrolla entre las progresivas Km.146+000 hasta la progresiva Km.173+270, y se caracteriza por estar en una zona de Selva Alta, en la cual las secciones transversales son a Media Ladera, con taludes verticales e inestables y de abundante vegetación a lo largo de todo el tramo.

En la página siguiente se presenta a manera esquemática, un perfil longitudinal del tramo proyectado.

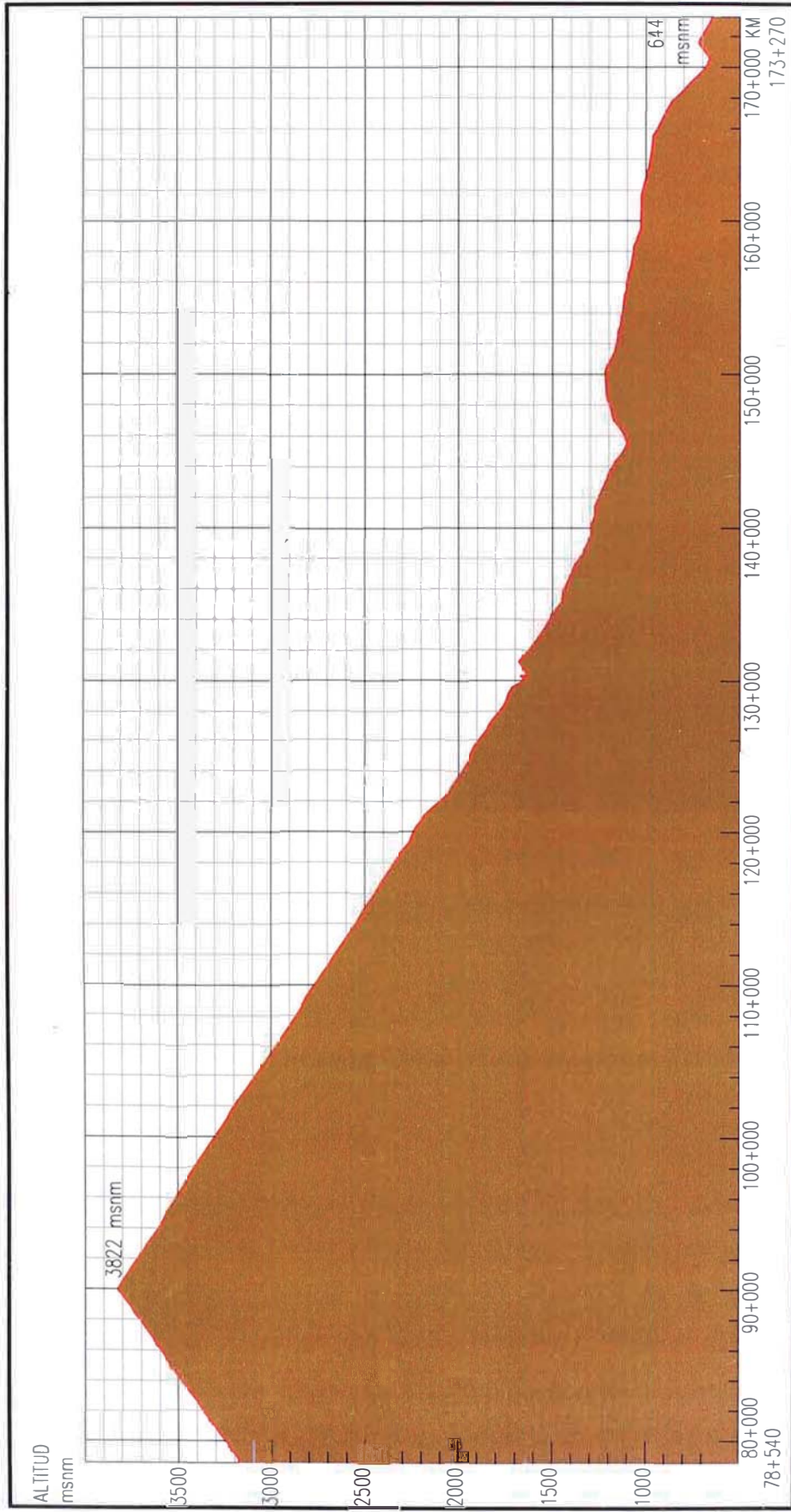


FIGURA N° 2.04.- Perfil esquemático del Proyecto.



FIGURA N° 2.05.- Orografía del tramo en estudio.

2.2.4 Clima

El factor climático en este proyecto también juega en un papel muy importante al momento de realizar los trabajos a nivel de explanaciones así como también para realizar el mantenimiento rutinario de la carretera y los accesos a las canteras y DME.

Se presentan 3 climas diferenciados a lo largo del proyecto. Desde Chalhuanayo en la progresiva km 78+540 hasta Ccalicanto ubicado en la progresiva km 120+000 en donde podemos encontrar un clima frío de sierra, donde existen precipitaciones, presencia de granizada, heladas, y neblina densa.

Desde Ccalicanto en la progresiva 120+000 hasta el centro poblado de Machente ubicado en la progresiva 140+000 se presenta un clima templado con mayores precipitaciones.

A partir del centro poblado de Machente en la progresiva km 140+000 hasta el fin del tramo ubicado en la progresiva km 173+270 a la entrada del distrito de San Francisco, se tiene un clima de Selva Alta. Es en la mayoría de este sector donde se centrará el informe. En este tramo durante la época de estiaje de Junio hasta fines de Noviembre se presenta un clima muy caluroso con esporádicas lluvias en este tiempo. Sin embargo de Diciembre hasta Abril en época de avenidas, las precipitaciones son constantes y de gran magnitud por lo que los trabajos de mantenimiento son muy importantes durante la época de estiaje en donde se debe prever fundamentalmente las obras de drenaje y subdrenaje adecuadas, así como darle un adecuado bombeo y peralte según sea el caso a la plataforma.

El mantenimiento de la vía y accesos es quizá la actividad más importante para poder soportar las condiciones climáticas de Diciembre hasta Abril en donde los trabajos de corte se ven muy reducidos y a ello se suma los factores geológicos y geotécnicos los cuales conjuntamente con el factor climático ocasiona numerosos problemas en estas épocas generándose muchos derrumbes, flujo de escombros en quebradas, arrastre de sedimentos, colapso de estructuras hidráulicas.



FIGURA N° 2.06.-Derrumbes en la carretera.

Como podemos apreciar en la figura anterior, los derrumbes obstaculizaban las cunetas, alcantarillas, etc, lo que ocasionaba que el agua proveniente de las

precipitaciones ingrese a la plataforma erosionándola y disminuyendo su capacidad de soporte. Es por ello que los trabajos de mantenimiento deben ser preventivos durante en la época seca y correctivos durante la época de lluvias, este último mantenimiento debe ser inmediato para no deteriorar por mucho tiempo la plataforma. A esto también se suma el factor social, que empeora aún más los problemas mencionados y que se explicará en el siguiente capítulo.

Esta situación se presenta a lo largo de todo el proyecto, tanto en el sector sierra como en el sector selva; sin embargo se agudiza en el sector selva debido a la presencia de mayores precipitaciones que activan quebradas que en un inicio no significaban mayor inconveniente, pero que en época de avenidas los caudales se incrementan considerablemente obstaculizando el tránsito en algunos casos, además la presencia de suelos finos y taludes inestables genera muchos derrumbes de pequeña, mediana y en pocos casos gran magnitud.



FIGURA N° 2.07.- Vista frontal de un DME.

No podemos dejar de mencionar la importancia de realizar el mantenimiento preventivo y correctivo no solo a la vía, sino también a los DME, ya que allí se deposita todo el material de corte, por lo que los sistemas de drenajes y estabilización son muy importantes porque de ellos depende que estos sigan recibiendo material y se aproveche al máximo su capacidad.

2.3 FACTOR SOCIAL

El factor social jugó un papel muy importante en cuanto al desarrollo de las actividades en la construcción de la carretera. Dentro de todo el tramo de la carretera se tuvo serios problemas sociales entre los cuales podemos clasificarlos por tenencia de tierras, afectaciones debido a la construcción de la carretera, narcoterrorismo, oferta laboral, y las actividades económicas en la zona.

A lo largo de todo del tramo se presentan varias comunidades y centros poblados siendo las poblaciones más conflictivas en el Frente I: Challhuamayo, en la cual los problemas se generaban debido a las exigencias que ellos planteaban en relación a la puestos de trabajo; Ccano, que impedía que se realicen los trabajos debido a las afectaciones que tenían los pobladores por la construcción de la carretera; y Tinkuy.

En el frente II: el centro poblado de Machente, que debido a que tiene una mayor población con respecto a las demás comunidades que se ubicaban en este frente, exigía muchos puestos de trabajo para sus pobladores.

Para el frente III, que es el frente en el que se basa este informe tenemos las siguientes comunidades:

CUADRO N° 2.01.- Poblados ubicados por progresiva.

COMUNIDADES	PROGRESIVA
CCENTABAMBA	146+000
SAN CRISTOBAL	146+800
NUEVA UNION	148+000
SAN PEDRO	150+500
PUCAYACU	151+000
MONTERRICO	152+000
VILLA LIBERTAD	156+000
LIMONCHAYOCC	159+000
SANTA CRUZ	161+000
ROSARIO	163+000
NARANJAL	165+000
SIATO	166+500
SAN FRANCISCO	173+500

FUENTE: Elaboración Propia

En estas comunidades se presentaron diferentes problemas que se detallaran a continuación.

2.3.1 Tenencia de tierras

Desde las progresivas km 146+000 hasta la progresiva 173+250, las cuales pertenecen al Frente III se presentan muchos problemas referentes a la posesión de terrenos que tenían los pobladores.

El problema principal radica en la informalidad de sus posesiones, es decir la mayoría de pobladores no contaba con documentos escritos, formales, legalizados etc, que avalen que dichos terrenos o propiedades les pertenecen. Esto dificultaba seriamente el pago por afectaciones debido a la construcción de la carretera y sobre todo se reflejaba en la demora o retrasos que se tenía a la hora de utilizar los DME, ya que se necesitaba con urgencia obtener los permisos respectivos para poder utilizarlos y así no se interrumpa el flujo de eliminación de material proveniente de los cortes. También se tuvo un caso particular con la cantera Los Ángeles, la cual era la más importante debido a que tenía una gran potencia y se iba a utilizar para agregados de concreto y mezcla asfáltica, material de base, material de filtro, relleno, etc.

- Depósito de Material Excedente

Para poder disponer de los DME, se tenía que realizar una inspección de campo por parte de los ingenieros de producción y medio ambiente para observar las características del posible DME así como también cual sería el acceso más adecuado para poder utilizarlo al máximo, también para observar los problemas ambientales que se generarían producto de la eliminación de material de corte en dicha zona o terreno escogido para usarlo como un DME luego entraba el área de topografía para realizar los levantamientos topográficos y conocer el volumen a negociar con el propietario. Finalmente con esta información el área de relaciones comunitarias se contactaba con los propietarios o él propietario y comienzan las negociaciones.

Para negociar un terreno y utilizarlo como DME, no se hace la compra de éste, sino que se realiza un alquiler del mismo a través de un Convenio de Cesión de Uso. Para ello el propietario debe presentar un Título o Certificado de Posesión, documento de compra y venta o algún trámite en registros públicos, además de presentar su dni. Si el dueño del terreno contaba con un Certificado de Posesión, se tenía que convocar a la Agencia Agraria para que un representante de dicha

institución realice una visita al predio y emita un certificado del terreno detallando el área, linderos, etc.

Casi en la mayoría de las negociaciones los pobladores no contaban con los documentos mencionados anteriormente, por lo que se tuvo problemas cuando se quería firmar los convenios. A esto hay que agregar que la mayoría de los propietarios no se encontraba en sus terrenos, la mayoría vivía fuera del poblado, en los distritos y en las capitales como Huamanga y venían esporádicamente a ver sus terrenos lo que retrasaba aún más la gestión o el saneamiento de los documentos necesarios para la utilización de los DME.

Existía casos en los cuales había conflictos internos de los mismos pobladores, por ejemplo para un mismo terreno existían 2 supuestos propietarios, esto se generaba debido a que no existía un documento legal que indique quien es el verdadero propietario, además de no existir un plano en el cual figure los límites de propiedad, generándose conflictos entre los mismos pobladores. También se tuvo que lidiar con los conflictos de familia, ya que los integrantes de una misma familia, como por ejemplo hermanos, reclamaban como suyos propiedades que ni siquiera han sido aún heredadas o que solo existían acuerdos verbales entre los familiares sobre quiénes eran los propietarios de los terrenos.

A continuación se presenta un cuadro en el cual se detalla un consolidado de convenios y acuerdos que se tuvieron con algunos pobladores para la utilización de sus terrenos como DME.



FIGURA Nº 2.08.- Terreno desbrozado para un DME.

CUADRO N° 2.02.- Estatus de los terrenos usados como DME.

DOCUMENTO	PROPIETARIO O POSESIONARIO	PROGRESIVA / COMUNIDAD	AREA (m2)	ACUERDOS	OSERVACIONES
DME 148+370	Teodosia Romani Huaraca (DNI 28235557) Propietario German Lizana Lagos (DNI 28599383) Propietario Cayo Mendoza Romani (DNI 42326673) Testigo Lidia Filomena Zamora Medrano (DNI 42359459) Testigo	148+370 / Nueva Unión	38,005.89	S/. 30,000 (único) Terreno nivelado Topsoil De ser necesario, barrera de piedras al pie del talud	Cuenta con plano pero no detalla la capacidad. Documentos legalizados (Convenio y Autorización de DGASA)
DME 159+200 C	Joel Palomino Flores (DNI 24465393) Propietario Zayda Rufina Yabarrena Zuñiga (DNI 24484158) Propietario	159+200 / Limonchayoc	14,364.48	S/. 14,000 (único) Terreno nivelado Topsoil Se colocara una barrera de piedras al pie del talud	Cuenta con plano pero no detalla la capacidad. Documentos legalizados (Convenio y Autorización de DGASA)
DME 147+520	Vidal Victor Pozo Torre (DNI 07258223) Propietario	147+520 / Villa San Cristóbal	8,696.50	S/. 8,000 (único) Terreno nivelado Topsoil De ser necesario, barrera de piedras al pie del talud (defensa)	Cuenta con plano pero no detalla la capacidad. Documentos legalizados (Convenio y Autorización de DGASA)

DOCUMENTO	PROPIETARIO O POSESIONARIO	PROGRESIVA / COMUNIDAD	AREA (m2)	ACUERDOS	OSERVACIONES
DME 146+600 A y B	Vidal Victor Pozo Torre (DNI 07258223) Propietario	146+600 / Villa San Cristóbal	20,272.50 (Área A: 9,644.60) (Área B: 20,272.50)	S/. 19,000 (único, por ambas áreas) Trabajo como peón a Félix Fernando Janampa Osorio (DNI 28681265) Ingreso de un tractor (siempre y cuando cumpla con las especificaciones) Trabajo como operario (del tractor) a Carlos Torre de la Cruz (DNI 42211353) Terreno nivelado Topsoil	Ingresó a trabajar el hijo de Félix Fernando Janampa Osorio. Se detallo el perfil requerido del equipo el cual no cumplía con el tractor del propietario, debido a que el tractor no calificaba como adecuado, no entró a trabajar su chofer (no se incumple con el acuerdo) Cuenta con planos independientes de cada área pero no detallan la capacidad. Convenio legalizado. Cuenta con Autorización de DGASA.

FUENTE: Elaboración Propia

En los cuadros adjuntos podemos notar que, además de alquilarnos el terreno, algunos propietarios nos exigen puestos de trabajos, condicionando aún más las negociaciones.

La población es consciente de que tenemos urgencia en poder negociar dichos terrenos o propiedades, y esto debido a que casi todo el tramo se encuentra a media ladera, lo cual significa que la mayoría de los terrenos se encuentran fuertes pendientes lo que hace difícil poder utilizarlos como DME, y cuando el propietario contaba con alguna pequeña llanura o plataforma sabía que era muy solicitado por el proyecto.

2.3.2 Afectaciones

En el frente III, un sector de tramo Selva, y con una sección en casi todo el tramo a media ladera, existían muchas chacras o terrenos de cultivo, donde las principales siembras eran de cacao, café, palillo frutas tales como naranjas, plátanos, pacay, palta, y también uno de los productos que más abundaba era la Coca. Además en los terrenos en los que no se tenía ninguno de estos productos existían árboles de los cuales se aprovechaba la madera o como leña.

En las pequeñas comunidades o centros poblados las viviendas se podían ubicar a ambos lados de la carretera, en pequeñas explanaciones, en terrenos en pendiente aguas abajo y aguas arriba y también en lo alto de los taludes. La mayoría de estas viviendas eran de adobe, madera y solo en algunos casos de material noble. Algunas viviendas y terrenos coincidían o se ubicaban en los ejes de estructuras hidráulicas como alcantarillas, cunetas, espolones de los pedraplenes etc. También viviendas que se ubicaban muy cerca y limitaban literalmente con la sección de la calzada. En la misma carretera en algunos centros poblados había buzones, postes de luz, pequeñas losas para el secado de la hoja de coca, etc. Siendo este el panorama general del tramo, era inevitable o previsible que en las actividades necesarias para la construcción de la carretera se produzcan daños o afectaciones directas o indirectas, lo cual en todo proyecto de este tipo es muy importante tener en cuenta, ya que esto se refleja en el avance normal de las actividades constructivas, para esto todas las áreas del proyecto juegan un papel muy importante y tienen que involucrarse a pleno para solucionar este tipo de problemas.

Para conocer más a detalle cómo ocurrían estos problemas clasificaremos las afectaciones de la siguiente manera:

a) En Terrenos

Dentro de este tipo de afectaciones podemos distinguir a las afectaciones sobre los terrenos de los pobladores que se tuvieron como principal causa a los procesos constructivos propiamente dichos y a las afectaciones ocasionadas por los derrumbes.

- Por Procesos Constructivos

Al encontrarnos en secciones a media ladera, algunas de éstas eran muy estrechas, algunos casos con anchos de calzada existentes de 4m, por ello al momento de realizar los cortes, era de nuestro conocimiento que había material de corte que se perdería y caería aguas abajo, pese a que los operadores tanto de tractor como de excavadora, tenían mucho cuidado en estas zonas, el material de corte aplastó algunos terrenos de cultivo. Cuando se tenía tramos en los cuales existía presencia de roca y además de ello la sección era muy estrechar, este material se deslizaba o rodaba rápidamente hacia los precipicios, afectando también plantaciones o árboles.

También existían terrenos de cultivo que se encontraban dentro de la zona de corte, por ello antes de iniciar los trabajos es muy importante que topografía marque todo el ancho de la calzada a ambos lados de la vía y de esta manera ir reconociendo las afectaciones futuras que nos encontraremos conforme avancemos con el corte, una vez reconocidas estas zonas, se debe comunicar al área de relaciones comunitarias para que realiza las negociaciones pertinentes y concientice a la población que estos trabajos son necesarios para la construcción de la carretera.

Hubo pobladores que se negaron muy rotundamente en negociar las afectaciones de sus cultivos, pesé a que el área de relaciones no solo ofrecía el pago de éstas, sino además como última opción ofrecía oportunidad laboral en el proyecto, sin embargo se negaban a aceptar e impedían que se realicen los trabajos de corte, y las negociaciones se tornaban más prolongadas lo cual es muy perjudicial para el avance, ya que los equipos de corte no pueden estar esperando en una pequeña zona a que sea liberada por relaciones comunitarias, era necesario avanzar hacia otro frente ya liberado por lo que sería muy complicado y más que

nada costoso regresar los equipos al punto en mención para realizar un pequeño trabajo.

- Por Derrumbes

Los trabajos de corte se iniciaron en Abril del 2012, en época de estiaje en donde no había presencia de muchas lluvias, sin embargo al iniciar la época de lluvias a inicios de Diciembre, éstas erosionaron los taludes ya cortados y comenzaron a ocasionar numerosos derrumbes, sobre todo aguas arriba de los taludes de corte, en donde también existían terrenos de cultivo, pequeños accesos a chacras, algunas viviendas, instalaciones precarias de agua, etc, lo cual nos originó muchos reclamos en conjunto por esas fechas y por consiguiente más pagos por afectaciones. Los derrumbes eran de diversos volúmenes, entre los cuales variaban entre 500m³ hasta los más fuertes registrados de 20000 m³. Hubo derrumbes en zonas en los cuales aún no habíamos entrado a cortar, sin embargo estos con la presencia de las precipitaciones, cedieron. En todos estos casos la población siempre culpaba de todo derrumbe a la empresa contratista y le exigía el pago de afectaciones.

b) En Viviendas

Como se mencionó anteriormente, hubo viviendas que fueron afectadas debido a que se encontraban cerca a los taludes de corte y en época de lluvias estos taludes eran continuamente erosionados, con lo cual el hombro de los taludes iba cayendo en pequeños derrumbes o deslizamientos reduciendo la distancia hacia las viviendas. Existió una vivienda que fue afectada por un deslizamiento de un talud, sin embargo ésta ya había sido desocupada, ya que en esa vivienda solo servía como un pequeño almacén para las pertenencias de sus integrantes.

Cabe señalar que las viviendas de los pobladores constaban de varios módulos, en un mismo terreno de un habitante, podían existir 4 construcciones las cuales cada una era un ambiente distinto, es decir una construcción para los dormitorios, otra construcción para la cocina y sala, otra pequeña para los baños, etc.

Hubieron 2 habitantes de un mismo dueño o propietario de vivienda, que fueron afectados debido a que un derrumbe ocasionó el rodamiento de piedras de mediano tamaño que impactaron con 2 construcciones, dejándolas inhabitadas.

El caso más resaltante de las afectaciones en viviendas, se dio en la comunidad de San Cristóbal en la progresiva 148+500 y en el Centro Poblado de Rosario en la progresiva 163+000. En San Cristóbal, las afectaciones se debieron a que

existía un DME al pie de esa comunidad, y ya por Febrero del 2013 en época de lluvias algunas viviendas comenzaron a tener fisuras en sus paredes, por lo que la eliminación de material de corte en el DME tuvo que paralizarse y así evitar que se sigan fisurando. En el Centro Poblado de Rosario, se presentó un caso similar, pero la afectación fue a una sola vivienda, a que se abrió un acceso que cruzaba por dicha vivienda, y con el tránsito de volquetes, el terreno se sentó originando fisuras, con lo cual el acceso tuvo que ser cerrado para evitar daños mayores.

En ningún caso se produjo daños a la persona, ni tampoco se produjo afectaciones que destruyeran totalmente a las viviendas.

c) PACRI

El PACRI es un programa del estado que tiene como objetivo principal minimizar las alteraciones que puedan sufrir en el aspecto socioeconómico las personas que viven en la zona de influencia de determinado proyecto realizado por el estado, evitando en lo posible el desplazamiento físico de los afectados, y asegurando que las personas sean tratadas de manera justa, brindándoles soluciones adecuadas a la situación generada, maximizando los impactos positivos que ello produzca mediante la participación de los beneficios que ofrece el proyecto. En nuestro proyecto se encarga de pagar a los pobladores que se veían afectados directamente por la construcción de la carretera, es decir aquellas propiedades que se encontraban dentro del trazo de la vía y en consecuencia era necesaria la demolición o reubicación de dichas viviendas, pago de terrenos, etc.

La gestión de por parte del PACRI para liberar estas zonas, era muy complicada, ya que hubo muchos propietarios que no accedían a las negociaciones, además de ello estos trámites eran muy prolongados, llegando a durar más de 12 meses, con lo cual no se programaron trabajos en las diferentes comunidades ya que no se pudieron liberar las áreas mencionadas.

d) OTRAS AFECTACIONES

Dentro de este grupo, tenemos afectaciones que se debieron a instalaciones precarias de agua que los pobladores tenían y que al no existir un plano detallado de estas en la zona, cuando se realizaban los trabajos de corte, éstas se veían afectadas; en otros casos las instalaciones se deterioraban debido al tránsito de los volquetes y de la maquinaria pesada.

También se produjeron afectaciones a instalaciones eléctricas en postes de luz, la gran mayoría debido a derrumbes, que inestabilizaron la cimentación de la base de estos postes y produjeron la caída de estos. Otros postes se perjudicaron debido a choques o malas maniobras de equipos que golpearon a estos. Debido a estos daños, se produjeron cortes de energía en algunas comunidades con lo cual hubo que tomar soluciones inmediatas, ya que las comunidades realizaban paralizaciones hasta que se les repusiera la energía y colocasen sus postes.

A continuación se presenta un cuadro en donde se pueden apreciar el pago de afectaciones que se tuvieron:

CUADRO N° 2.03.- Estatus de las afectaciones por comunidad.

Comunidad	Progresiva	Propietario / Posesionario	DNI	Tipo de afectación	Monto negociado	Fecha firma
Nueva Florida		Maria Cirila Curo Castro	6564533	Afectación plantaciones de	S/. 1,200.00	10/05/2013
Nueva Florida		Albino Huachaca Loayza	28716270	Afectación plantaciones de	S/. 1,800.00	10/05/2013
Nueva Florida	171+000	Florencio Gutierrez Miguel	28691008	Afectación plantaciones de	S/. 1,145.00	22/04/2012
Rosario		Giovana Aguilar Macizo Dino Mucha Berrocal	45126608 80066784	Afectación plantaciones de	S/. 5,500.00	20/05/2013
Limonchayocc	160+200	Agustin Sandoval Pérez Susana Huaman Bendano de Sandobal	28684174 28699694	Afectación plantaciones de	S/. 250.00	08/06/2013
Limonchayocc	159+760	Cesario Lizana Lazaro	28681967	Afectación plantaciones de	S/. 70.00	11/06/2013
Limonchayocc	158+300 158+370	Miguel Grimaldo Lapa Yauli Celinaura Berrocal Argumedo de Lapa Juan Roque Lapa Berrocal	28691351 28691619 28694725	Afectación plantaciones de	S/. 3,500.00	04/06/2013
Villa Cristóbal	San	Alejandro Limaquispe Quispe Victoria Laura Lopez	28700792 48207861	Afectación plantaciones de	S/. 4,000.00	20/05/2013

FUENTE: Elaboración Propia.

2.3.3 Actividades Económicas

Se presentaban en este tramo de Selva, actividades económicas muy incipientes, como lo son venta de frutas tales como: mandarina, naranjas, paltas, plátano, pacay, piñas que se vendían en los patios de las viviendas, en pequeñas chozas, en las veredas, hasta inclusive en la misma carretera. Otros productos de mayor costo, y que se comercializaban era: café, cacao. Estos últimos no eran para consumo interno, sino que se distribuían a pequeñas empresas para su comercialización a otros distritos.

Sin embargo, el mayor producto que existía en la zona era la Hoja de Coca. Se podía apreciar muchas áreas en las cuales abundaba esta hierba, incluso los pobladores construían pequeñas losas o plataformas en las cuales secaban la Hoja de Coca.

Donde se desarrollaba bastante comercio es al final del tramo de la carretera en San Francisco que se conectaba mediante un puente a Kimbiri, el cual pertenecía a Cuzco. Este distrito era un polo de desarrollo ya que llegaba mercadería de la Selva de Cuzco, y en general del Oriente Peruano, por lo que la construcción de la carretera era muy importante.

Es en San Francisco y Kimbiri donde el transporte informal a través de colectivos que hacían la ruta hacia Huamanga y Tambo perjudicó seriamente al normal desarrollo de las actividades. La mayoría de estos transportistas no contaban con permisos para circular por la ruta o para llevar pasajeros, inclusive alguno no contaban con licencia de conducir y al no haber presencia policial permanente o un control adecuado por parte de la policía interrumpían violentamente nuestras actividades.

2.3.4 Oferta Laboral

De las comunidades y centro poblados anteriormente mencionados, existía mucha demanda por parte de los pobladores para poder laborar en la carretera. El personal de la zona podía laborar en el proyecto y ser considerado como peón o como vigía. Para ello producción realizaba un requerimiento de personal tanto peones como vigías y según la progresiva en la que se estén realizando los trabajos de corte, se escogía a la gente de dicha zona. Evidentemente en las zonas más pobladas se escogía mayor personal. La selección de quienes podían trabajar, la daba el alcalde o el representante de la comunidad. Es en esta etapa de selección en la cual ocurrían problemas, había mucha gente que estaba en

desacuerdo con la selección de personas para poder trabajar, dado que la autoridad de algunas comunidades daba preferencia ya sea a familiares o a amigos, esto no era bien recibido por los demás pobladores, con lo cual se organizaban para realizar paralizaciones en el tramo en donde se encontraba su comunidad, y exigía a la empresa contratista que resuelvan los conflictos internos de sus comunidades, de lo contrario en su sector no se permitiría realizar ningún trabajo. Para esto el área de relaciones comunitarias tuvo una labor fundamental, de manera que debía sensibilizar a la población para que no continúen las paralizaciones.

2.3.5 Conflicto Social

El proyecto se ubica en la denominada zona llamada VRAEM, siendo esta una zona muy conflictiva y que aún presentaba rezagos del terrorismo, era evidente que en el desarrollo de este proyecto se presenten problemas relacionados con este conflicto social. La mayoría de la producción de Hoja de Coca que existía en la región iba principalmente al narcotráfico. Esto hacía que parte de las actividades económicas sea el tráfico o comercialización de la droga. Estas mercancías eran llevadas desde la Selva de Ayacucho y Cuzco, hacia otros mercados como Huamanga o Lima.

Inicialmente en el proyecto se pensó que el apoyo policial de la DINOES iba a estar presente durante toda la ejecución del mismo y sin importar las progresivas en las cuales se trabaje. Sin embargo este apoyo policial solo se dio hasta Fines de Julio. La DINOES sólo llegó a apoyarnos hasta la comunidad de Limonchayoc, ubicado en la progresiva 158+000, debido a que por esa zona se rumoreó la presencia terrorista llegándose a escuchar disparos, es allí que la DINOES, decidió no apoyarnos más, y se retiraron inmediatamente de la zona en mención.

La DINOES apoyaba en las tranqueras como seguridad, proporcionando orden cuando los vehículos ligeros y pesados se acumulaban en ellas, y los alienaban en un solo carril. Pero su función más importante era la de impedir que los transportistas ingresen al área de trabajo e interrumpen nuestras actividades. En las tranqueras también se encontraban nuestros vigías que inicialmente eran varones, ellos conjuntamente con la DINOES y los ingenieros de producción coordinaban la apertura de pase en horarios establecidos.

Cabe señalar que cuando la DINOES apoyaba en las tranqueras, ellos tenían un horario de 7:00am, hasta las 5:00pm, sin embargo nuestro horario de trabajo era hasta las 6:00pm, con lo cual esa hora en la cual nos quedábamos sin policías era muy complicada de manejar ya que los transportistas querían ingresar a como de lugar y cruzar la tranquera.

En cuanto la DINOES se retiró definitivamente del proyecto, comenzaron a generarse fuertes problemas ya que los transportistas no respetaban los horarios que establecíamos y agredían a nuestros vigías, tanto varones como mujeres.

Este problema social convivió con nuestro proyecto hasta su paralización por una intervención terrorista.

CAPÍTULO III: RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD

3.1 PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA CARRETERA

Para realizar el planteamiento inicial de la carretera, se hizo un recorrido general por todo el tramo, no sólo en área de producción sino también las diferentes áreas de soporte desde la progresiva 78+540 en el puente Challhumayo hasta el Km 173+270 en la entrada a San Francisco. Para esto se tiene que observar diferentes características que influyen en la decisión final para definir frentes de trabajo, entre las características principales podemos mencionar:

- Tipos de Geografía
- Tipos de Clima
- Distancias a Centros Poblados
- Ubicación de posibles Canteras
- Explanaciones para Campamentos

Considerando éstas características se definieron 3 frentes de trabajo los cuales son los siguientes:

Frente I: Desde Chalhuamayo en la progresiva km 78+540 hasta Ccalicanto ubicado en la progresiva km 120+000, con un clima frío de sierra y ubicado en altitudes que llegan a sobrepasar los 4000msnm, con una orografía agreste y cerca a los distritos de Tambo y San Miguel y cuyo campamento principal se ubicó en el centro poblado de Tincuy.

Frente II: Desde Ccalicanto en la progresiva 120+000 hasta el poblado de Ccentabamba, ubicado en la progresiva 146+000, se presenta un clima templado, presenta 2 campamentos, uno de ellos en Tutumbaru y otro campamento ubicado en el centro poblado de Machente, en donde existe una base policial de la DINOES.

A partir del centro poblado de Ccentabamba en la progresiva km 140+000 hasta el fin del tramo ubicado en la progresiva km 173+270 a la entrada del distrito de San Francisco, se tiene un clima de Selva Alta, con taludes muy inestables y de materiales orgánicos, presencia de cultivos en casi todo los taludes, abundante vegetación, y el campamento principal de todo el proyecto de encuentra en el distrito de Kimbiri perteneciente al Cuzco.

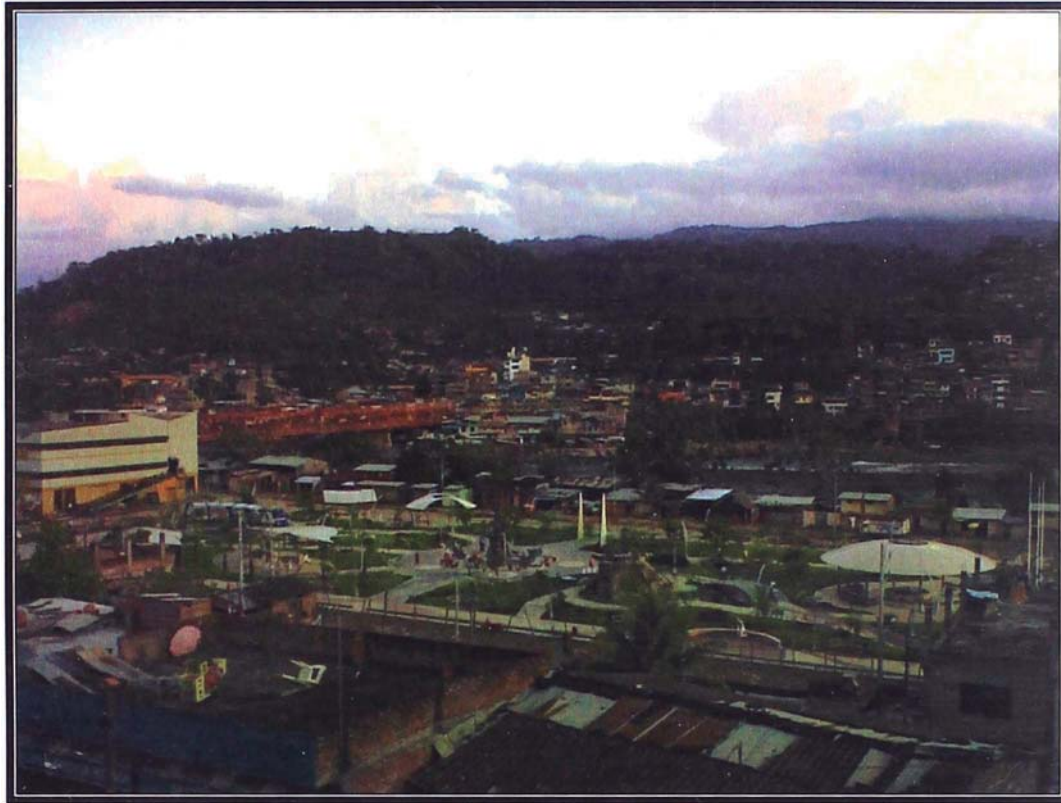


FIGURA N° 3.01.- Vista de los distritos de Kimbiri y San Francisco.

Cada frente de trabajo manejaba sus propios recursos (mano de obra y equipos), independientemente de los otros frentes de trabajo, así como también cada frente contaba con su propio campamento, esto hacía que la producción nunca se vea interrumpida por alguna falencia que pueda haber en los otros frentes. Éste informe se enfocará en el Frente III.

3.1.1 Horarios de Trabajo

Los primeros trabajos de corte se iniciaron con un solo frente de trabajo, un solo punto de carguío, y esto debido a que aún el PACRI y el área de Relaciones Comunitarias del proyecto, se encontraban saneando algunos pagos por futuras afectaciones que se producirían debido a los trabajos de corte. Cabe señalar que desde el inicio de los trabajos ya contábamos con apoyo policial de la DINOES en las tranqueras, por lo que se hacían respetar los horarios que establecíamos los cuales son los siguientes:

CUADRO N° 3.01.- Horarios de Cierre de vía.

Cierre de vía	Apertura de vía
07:00 a.m.	10:00 a.m.
10:15 a.m.	12:00 p.m.
01:00 p.m.	03:00 p.m.
03:15 p.m.	06:00 p.m.

FUENTE: Elaboración propia.

Mientras que los horarios de pase son:

CUADRO N° 3.02.- Horarios de Apertura de vía.

Apertura de vía	
10:00 a.m.	10:15 a.m.
12:00 p.m.	01:00 p.m.
03:00 p.m.	03:15 p.m.
06:00 p.m.	07:00 a.m.

FUENTE: Elaboración propia.

Según ésta programación inicial de cierre de vía, tendríamos teóricamente una jornada efectiva de trabajo de:

CUADRO N° 3.03.- Horas trabajadas considerando cierre de vía.

Horas trabajadas teóricas	10
Horas trabajadas efectivas	9.5
Horas stand by	0.5

FUENTE: Elaboración propia.

Para poder trabajar con este programa de cierre de vías, contábamos con el apoyo en las tranqueras para el cierre de vías de la DINOES. Este apoyo era desde las 7:00am hasta las 5:00pm, y esto debido a que teníamos que retirar a la DINOES de la zona de trabajo antes de que oscureciera, porque para ellos era muy riesgoso permanecer en la zona de trabajo de noche por el conflicto social presente en el VRAEM.

Durante este periodo de tiempo en el cual contábamos con el apoyo de la DINOES, trabajamos a buen ritmo hasta que ocurrió un incidente con un grupo terrorista y a partir de ese instante perdimos en apoyo policial por lo que los horarios que habíamos establecido ya no se hacían respetar, y debido a la presión de los transportistas los horarios se modificaron de la siguiente manera:

CUADRO N° 3.04.- Horas trabajadas debido a la ausencia de la DINOES.

Horas trabajadas teóricas	10
Horas trabajadas efectivas	9
Horas stand by	1

FUENTE: Elaboración propia.

3.1.2 Equipos y Personal

La cuadrilla inicial de equipos con la que arrancó el Frente III consta de los siguientes equipos:

CUADRO N° 3.05.- Equipos con los que se iniciaron los trabajos.

EQUIPOS	CANTIDAD
Excavadora	2
Tractor	2
Volquetes	9

FUENTE: Elaboración propia.

Este dimensionamiento inicial se realizó considerando el las zonas liberadas que se tenían en dicho momento, además que recién se estaba implementando los campamentos y los talleres de mantenimiento es por ello que se opto por tener esa cuadrilla mínima.

CUADRO N° 3.06.- Cuadrilla de personal inicial.

Categoría	Cantidad
Capataz	1
Oficial	2
Peón	4
Vigias	4

FUENTE: Elaboración propia.

Considerando estos recursos, la distribución de estos para iniciar los trabajos de excavación era la siguiente:

CUADRO N° 3.07.- Personal y Equipos para los frentes de trabajo.

Personal			
Frente de Corte y Excavación		DME	
Capataz	1	Capataz	0
Oficial	1	Oficial	1
Peon	3	Peon	1
Vigias	3	vigias	1
Equipos			
Excavadora	2	Excavadora	0
Tractor	1	Tractor	1
Volquetes	9	Volquetes	0

FUENTE: Elaboración propia.

Es importante tener en cuenta que debido a las condiciones de trabajo, por cumplir con los estándares de seguridad es necesario incrementar la cantidad de personal, sobre todo vigía, por lo que la cuadrilla básica que figura en los análisis de precios unitarios de la partida de excavación en material común era distinta a la real, ya que en la real se tiene que considerar el personal necesario para que se trabaje con seguridad y se tome las medidas de control necesarias para cumplir con los estándares establecidos.



FIGURA N° 3.02.- Vigía dirigiendo el tránsito.

3.2 FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE CARGUÍO

Con los recursos con los cuales se inició el Frente III, se debería tener un rendimiento de eliminación de material común.

El rendimiento de carguío, corte, excavación, perfilado, etc de una excavadora, depende de muchos factores entre los cuales podemos mencionar:

- Destreza del operador.
- Tipo de material.
- Condiciones climáticas.
- Posición de la excavadora.
- Tipo de actividad.
- Tipo de excavadora.

Los cuales detallaremos a continuación

3.2.1 Destreza del Operador

Para los trabajos de movimiento de tierra, es muy importante contar con operadores que tengan una experiencia, sean productivos, proactivos, rápidos, y lo que se está tomando mucha consideración ya hace varios años es que los operadores trabajen con seguridad.

En cada proyecto cuando se hace requerimiento de operadores, se recluta de distintas partes del Perú, y no siempre se recluta operadores que tengan las cualidades que describimos anteriormente, por lo que es recomendable para éste tipo de proyectos tener operadores de confianza, de los cuales ya sepamos su rendimiento.

Los operadores se clasifican generalmente por categorías, y para este proyecto las categorías fueron las siguientes:

- Categoría A
- Categoría B
- Categoría C

Estas categorías implican una remuneración diferenciada para cada tipo de operador, además estas categorías las indica el supervisor responsable, así como también el personal de mantenimiento mecánico.

Los bonos de producción semanales para cada tipo de operador eran los siguientes:

CUADRO N° 3.08.- Categoría de operadores vs bono de producción.

CATEGORIA	BONO (S/)
A	300
B	275
C	250

FUENTE: Elaboración propia.

Como se puede apreciar según el bono de producción, los operadores de categoría A son los mejores mientras que los operadores de categoría C son los de menor experiencia.

Queda a criterio de cada supervisor de producción, colocar en a los operadores según su categoría en distintas actividades en las cuales consideren que pueden hacer un trabajo productivo.

CUADRO N° 3.09.- Rendimientos de eliminación por operador de excavadora.

OPERADORES	EQUIPO	RENDIMIENTO PROMEDIO DE ELIMINACION(m3/jornada)
Samuel Farfan Armengol	CAT 336	1525
Edy Quispe Encizo	CAT 336	1590
Jose Nuñez Gutierrez	CAT 336	1650
Kenny Abregu Morales	CAT 336	1646
Braulio Merma Huillpa	CAT 336	1498

FUENTE: Elaboración propia.

Del cuadro anterior, se obtuvieron rendimientos promedios de eliminación por operador, considerando para ello un mismo modelo de excavadora, el mismo material de corte (material común), ciclos idénticos de producción y en horarios similares de trabajo. Como se puede apreciar existen operadores que son mucho más rápidos al momento de realizar el carguío, por lo cual conviene dejarlos en eliminación de material y evaluar a los demás operadores en otras actividades.

3.2.2 Tipo de Material

En el Frente III, tenemos presencia de varios tipos de suelo, en su mayoría suelos orgánicos, arcillosos, limosos, y algunas zonas se encuentran roca fija y roca fracturada, por lo que dependiendo del tipo de material, la excavadora realizará mayores o menores movimientos para llenar su cucharón, y el tiempo de carguío dependerá de ellos.

CUADRO N° 3.10.- Rendimientos de eliminación por tipo de material.

TIPO DE MATERIAL	RENDIMIENTO PROMEDIO DE ELIMINACION(m3/jornada)
Material Común	1595
Roca Fracturada	695
Roca Fija	155

FUENTE: Elaboración propia.

3.2.3 Condiciones Climáticas

Las condiciones climáticas afectan también el rendimiento de la excavadora, dado que este equipo se puede encontrar a mucha altura, a nivel del mar, en clima muy caluroso, o en climas fríos. En el caso particular de nuestro proyecto, como mencionamos en un inicio, se encuentra en un clima tropical, de selva y por lo tanto en épocas de estiaje el calor es muy intenso, lo que afecta directamente al operador y en época de avenidas al calor intenso se suma las lluvias que humedecen el material y hacen la carga más pesada y complicada para la descarga de los volquetes, principalmente cuando el suelo es arcilloso porque el barro se pega a las tolvas ocasionando demoras.

3.2.4 Posición de la Excavadora

Para realizar el carguío con una excavadora, ésta puede tener diferentes posicionamientos, dependiendo de lo que esté cargando y del espacio con que cuente, existe posiciones de la excavadora en las cuales se obtiene una mayor eficiencia, sin embargo, en campo no siempre se dan esas condiciones por lo que es necesario adaptarse a aquellas, en la medida que se permita y realizar el trabajo.

El material esta apilado, el carguío se hace más sencillo y rápido, cuando está en banco debe cortar y luego cargar su cucharón, o también puede que se tenga trabajos de perfilado lo cual haría más lento el carguío.

3.2.5 Tipo de Actividad de Corte o Excavación

Los trabajos a nivel de explanaciones presentan diversas variantes entre las cuales podemos mencionar las siguientes.

a) Corte

El corte de material para el proyecto en mención se dio de dos formas:

- Corte en plataforma
- Corte en taludes



Figura N° 3.03.- Excavadora perfilando talud.

- CORTE EN PLATAFORMA

Dependiendo de la profundidad y tipo de material que se tenga, el corte en plataforma puede ser directamente con la excavadora, con un tractor o quizás con la ayuda de estos 2 equipos.

Para cortes en plataforma que demanden una profundidad de hasta 1.00m es recomendable utilizar el tractor D6T, el cual con el ripper realiza cortes sucesivos acumulando material para su posterior eliminación con una excavadora o si se cuenta con el espacio suficiente con un cargador frontal.

CUADRO N° 3.11.- Característica del tractor CAT D6T vs CAT D8T.

Modelo de Tractor	Potencia (hp)	Peso (ton)	Ancho de la hoja (m)	Altura de la Hoja (m)	Capacidad de la Hoja de Empuje (m3)	Penetración del Ripper (m)
CAT D6T	203	23.1	3.36	1.257	3.89	0.5
CAT D8T	347	38.4	3.94	1.69	8.7	1.13

FUENTE: Elaboración propia.

Como podemos apreciar en el cuadro anterior, debido a la mayor potencia del tractor D8T (347hp) los trabajos realizados con este equipo son mayormente para cortes en los cuales se encuentre con material rocoso, o donde se tenga un gran

volumen por remover o empujar dado que el tractor D8T tiene una mayor capacidad en la hoja de empuje.

Los trabajos realizados con el tractor D6T pueden ser también de corte, pero debido a su menor potencia (203hp), lo utilizamos en terrenos sueltos de material común, y en los DME.

CUADRO N° 3.12.- Rendimientos de eliminación en plataforma por tipo de material.

TIPO DE MATERIAL	RENDIMIENTO PROMEDIO DE ELIMINACION EN PLATAFORMA (m3/jornada)
Material Común	1670
Roca Fracturada	725
Roca Fija	175

FUENTE: Elaboración propia.

- CORTE EN TALUD

Los cortes en talud son mucho más complicados dependiendo de su inclinación, el tipo de material. Generalmente son las excavadoras las cuales realizan estos trabajos porque el alcance de su brazo facilita el acabo que requiera el talud según los planos o la sección de diseño. Algunos taludes requieren de banquetas las cuales se realizan para dar mayor estabilidad, es en estos trabajos donde se puede apreciar la destreza de los operadores de excavadora.

CUADRO N° 3.13.- Rendimientos de eliminación en talud por tipo de material.

TIPO DE MATERIAL	RENDIMIENTO PROMEDIO DE ELIMINACION EN TALUD (m3/jornada)
Material Comun	1510
Roca Fracturada	615
Roca Fija	142

FUENTE: Elaboración propia.

- Perfilado de Talud

La actividad de perfilado se realiza básicamente con las excavadoras, y en una posición adecuada la cual permita que el cucharón realice el acabado adecuado. Dependiendo del terreno se puede o no utilizar para estos trabajos la excavadora con Martillo Hidráulico, que es un accesorio de la excavadora para trabajar exclusivamente en terrenos rocosos (roca fija o roca semi fracturada). También se pueden perfilar el pie de los taludes con los tractores dependiendo del tipo de material que se tenga.

3.2.6 Tipo de Excavadora

Existen muchas variedades de equipos de carguío así como también muchos modelos y marcas de excavadoras. Cada modelo y marca ofrecen características distintas. En los trabajos de movimiento de tierras los equipos a utilizar ya son conocidos, y la única diferencia para un supervisor entre una y otra marca, se da básicamente por el precio del alquiler del equipo según el proveedor (en caso sea un equipo de terceros), o equipos de los socios (de las empresas que conforman el consorcio).

3.3 MEDICIÓN DE TIEMPOS DE CARGUÍO EN EXCAVADORAS

Los equipos que de carguío y corte que utilizamos para realizar los trabajos fueron los siguientes:

- CAT 329
- CAT 336
- DOOSAN 340

A continuación presentamos un cuadro comparativo entre las características más importantes que consideramos para los trabajos de corte parcial, masivo y carguío:

CUADRO N° 3.14.- Característica de la excavadora CAT 329 vs CAT 226 vs DOOSAN 340.

Tipo de Excavadora	Potencia (hp)	Peso (Ton)	Capacidad del Cucharon (m3)	Altura Máxima de Corte (m)	Altura Máxima a nivel del Suelo (m)	Ancho de la Excavadora (m)
CAT 329	204	28.4	1.5	9.68	10.023	3.19
CAT 336	270	35	2	10	10.18	3.29
DOOSAN 340	280	35.3	1.8	9.97	10.77	3

FUENTE: Elaboración propia.

De acuerdo a éste cuadro podemos apreciar que la excavadora Cat336, la utilizamos principalmente para los trabajos de carguío tanto en material suelto como en roca suelta debido a su potencia y la mayor capacidad del cucharon con lo cual los tiempos de carguío con la Cat336 son más cortos, mientras que la excavadora Cat 329 es un equipo relativamente liviano, con un cucharon de menor capacidad, sin embargo es mucho más versátil para los trabajos de corte, perfilado, banquetes, etc. La excavadora Doosan 340 es un equipo igual de peso que la Cat 336, sin embargo es mucho más rápido, por lo que se tiene buenos

rendimientos tanto en los trabajos de carguío y también para los trabajos de corte, perfilado, banquetas, etc.

A continuación se muestra tiempos de carguío para los 3 excavadoras mostradas. Estos datos fueron tomados aleatoriamente en condiciones de clima cálido, en material común o suelto y con diversos tipos de operador y durante las fechas de agosto, septiembre y octubre.

CUADRO N° 3.15.- Tiempos de Carguío para la CAT 329.

Volquete	Excavadora	Tiempo de Carguío. (minutos)
17 m ³	CAT 329 (204hp)	2.38
		2.35
		2.36
		2.38
		2.32
		2.36
		2.32
		2.4
		2.4
		2.43
		2.35
		2.33

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO N° 3.16.- Tiempos de Carguío para la CAT 336.

Volquete	Excavadora	Tiempo de Carguío (minutos)
17 m ³	CAT 336 (270hp)	1.5
		1.52
		2.01
		2.05
		1.55
		1.56
		2
		1.49
		1.48
		1.54
		1.59
		1.52

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO N° 3.17.- Tiempos de Carguío para la DOOSAN 340.

Volquete	Excavadora	Tiempo de Carguío (minutos)
17 m ³	DOOSAN 340 (280hp)	2.29
		2.3
		2.26
		2.33
		2.35
		2.29
		2.31
		2.3
		2.35
		2.27
		2.29
		2.28

FUENTE: Elaboración propia.

Como podemos apreciar en los cuadros mostrados, para los trabajos de carguío, la excavadora Cat 336 tiene tiempos menores comparados con la Cat 329 y la Doosan 340, y la excavadora Doosan 340 es más rápida para los trabajos de Carguío.

Teniendo en consideración los resultados de la toma de datos que se hizo en campo podemos calcular el rendimiento teórico de eliminación que debería tener una cada una de las excavadoras que utilizamos y para lo cual realizamos el siguiente calculo:

CUADRO N° 3.18.- Rendimientos teóricos de eliminación por tipo de excavadora.

Equipo	Tiempo de Carguío (min)	#Viajes hora	Volumen x hora (m ³)	Volumen x Jornada (m ³)
Cat 329	2.43	24	312	3120
Cat 336	2.05	29	377	3770
Doosan 340	2.35	25	325	3250

FUENTE: Elaboración propia.

Como podemos apreciar en el cuadro anterior, los volúmenes mostrados para cada tipo de excavadora son calculados en una jornada de 10hrs, esto es un cálculo teórico debido a que se considera que durante esas 10 horas la excavadora sólo realiza el carguío, y no se tiene en cuenta ninguna otra actividad que pueda tener la excavadora en el transcurso del día.

Ahora si a ello descontamos los tiempos por liberación de tranqueras o apertura de vía tendríamos:

CUADRO N° 3.19.- Rendimientos de eliminación por tipo de excavadora considerando el horario efectivo de trabajo.

Equipo	Tiempo de Carguío (min)	#Viajes x hora	Volumen x hora (m3)	Volumen x Jornada (m3)
Cat 329	2.43	24	312	2808
Cat 336	2.05	29	377	3393
Doosan 340	2.35	25	325	2925

FUENTE: Elaboración propia.

Estos volúmenes se obtuvieron considerando una jornada efectiva de trabajo de 9 horas debido a las aperturas de vía, sin embargo durante el transcurso de una jornada de trabajo, la excavadora tiene diferentes movimientos no solo de carguio por lo que hace que los volúmenes de eliminación al final de jornada sean mucho menores.

CUADRO N° 3.20.- Rendimientos real de eliminación para la CAT 329.

Equipo	Volumen de Eliminación Real x Jornada (m3)
Cat 329 (204hp)	1560
	1625
	1664
	1729
	1521
	1690

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO N° 3.21.- Rendimientos real de eliminación para la DOOSAN 340.

Equipo	Volumen de Eliminación Real x Jornada (m3)
DOOSAN 340 (280hp)	1586
	1846
	1716
	1638
	1651
	1703

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO N° 3.22.- Rendimientos real de eliminación para la CAT 336.

Equipo	Volumen de Eliminación Real x Jornada (m3)
CAT 336 (270hp)	2067
	1846
	1690
	1885
	1833
	2158

FUENTE: Elaboración propia.

Como podemos apreciar el mejor rendimiento lo tiene la excavadora CAT 336, debido a su cucharón de mayor capacidad (2m³) y su potencia es por ello que se la utilizaba principalmente para los trabajos de eliminación masivo y así obtener mayores volúmenes de eliminación.

Teniendo una idea de los volúmenes teóricos y reales de eliminación de material podemos mostrar el siguiente cuadro comparativo:

CUADRO N° 3.23.- Rendimientos de Eliminación por tipo de Excavadora.

Equipo	Volumen de Eliminación Real Promedio x Jornada (m3)	Volumen de Eliminación Teórico x Jornada (m3)	Volumen Teórico Contractual (m3)
Cat 329 (204hp)	1630	2808	550
Doosan 340 (270hp)	1730	3393	550
Cat 336 (280hp)	1915	2925	550

FUENTE: Elaboración propia.

Según los análisis de precios unitarios establecidos en el contrato, en la partida de Excavación en Explanaciones de Material Común, se tiene un rendimiento por día de 551 m³, por lo que en ésta partida deberíamos optimizar los recursos al máximo para generar mayores ganancias y obtener un mayor margen en dicha partida.

3.4 ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD

Cuando en un proyecto se realizan diversas actividades como procesos constructivos, es necesario controlar las partidas o actividades más incidentes.

Este control se debe realizar con el objetivo de conocer y controlar los recursos que se están invirtiendo para una determinada actividad.

Dentro de las múltiples partidas y subpartidas que se generan para poder cobrar, existen 2 partidas que son los más incidentes por la cantidad de recursos que intervienen en ellas, así como el tiempo de ejecución de las mismas. Las partidas son:

- Transporte.
- Excavación en Explanaciones de Material Común.

Para estas partidas aplicamos en concepto de Índice de Productividad, el cual es un valor numérico que relaciona la cantidad de recursos utilizados para producir una cantidad de metrado.

Para un mejor control de éstas partidas, se optó por realizar el cálculo del Índice de Productividad diario.

Para una jornada de trabajo de 10 horas en un determinado frente de trabajo se invirtieron los siguientes recursos y se obtuvieron los datos:

CUADRO N° 3.24.- Datos tomados por volquete en una jornada de trabajo para el cálculo del IP de Eliminación.

Equipo	Cubicaje	Und	Factor Esp	Tarifa (US\$/HM)	N° de viajes	Horas	AVANCE	COSTO
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	6.9	170.00	
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	6.8	170.00	
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	12	6.2	156.92	
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	6.6	170.00	
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	5.8	170.00	
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	6.4	170.00	
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	6.9	170.00	
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	12	6.3	156.92	
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	6.5	170.00	
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	5	2.1	65.38	
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	4	2	52.31	
EXCAVADORA				110		7.5		825
TRACTOR				134		4.6		616.4

FUENTE: Elaboración propia.

Donde el avance es calculado como:

$$\text{Avance} = \text{Metrado} \times \text{Factor de Esponjamiento} \times \# \text{ Viajes}$$

$$\text{Costo} = \text{Tarifa} \times \text{Horas Máquina}$$

Definimos el cálculo del IP de Excavación como:

$$IP = \frac{\text{Costo}}{\text{Avance}}$$

Para los datos mostrados anteriormente, tenemos el siguiente resultado para el cálculo del IP:

$$IP = \frac{1441.4}{1621.54}$$

$$IP = 0.88$$

De ésta relación podemos apreciar que mientras menor sea el valor del IP, la partida de Excavación tendrá mejores resultados, ya que estaremos produciendo más avance (volumen de eliminación), utilizando la misma cantidad de recursos, por la que la tendencia de este valor debería disminuir constantemente. Sin embargo este valor de IP diario se debe comparar o medir con un IP META, el cual es un valor establecido y en el cual deberíamos siempre alcanzar o superar para obtener resultados positivos en una determinada partida o actividad.

Cada proyecto establece valores de IP META, para diferentes partidas en las cuales el contratista considere importante o conveniente, realizar un control de las mismas, es por ello que cada proyecto antes del inicio de las actividades establece valores fijos de IP META, los cuales servirán para comparar a los valores que se obtengan ya en la ejecución del proyecto y poder realizar en análisis de qué es lo que está sucediendo desde el punto de vista económico (pérdida o ganancia), en una determinada partida.

Para éste proyecto en particular, se fijó un valor para el IP META de Excavación, el cual fue de:

$$IP \text{ Meta} = 2.2$$

Con este valor se puede hacer una comparación diaria con el IP obtenido de los datos reales de campo y se puede obtener la ganancia que se tuvo en el día para dicha partida:

$$Ganancia = (IP \text{ Meta} - IP \text{ Diario}) \times Avance$$

De los datos anteriormente mostrados tenemos lo siguiente:

$$Ganancia = (2.2 - 0.88) \times 1621.54$$

$$Ganancia = \$ 2140$$

Como podemos notar, se puede obtener una ganancia positiva para estos datos en particular, que fueron tomados en un determinado frente de trabajo, en un día en condiciones particulares y con una determinada cantidad de recursos. Según el resultado obtenido se obtendría mayores ganancias cuando el metrado o volumen de eliminación se incrementa, es decir se tendría que producir mayor volumen, utilizando los mismos recursos los cuales fueron para este frente de trabajo en particular, una Excavadora Cat 329 y un Tractor D8T, sin embargo dependiendo de las condiciones del frente de trabajo, los recursos pueden variar como por ejemplo se pueden utilizar excavadoras con martillo hidráulico, cargador frontal, tractores D6, etc.

Para el cálculo del IP de Transporte, se utiliza el concepto ya conocido en lo que concierne a movimiento de tierras, el metro cúbico-kilómetro el cual mostraremos a continuación:

CUADRO N° 3.25.- Datos tomados por volquete en una jornada de trabajo para el cálculo del IP de Transporte.

Equipo	Cubicaje	Und	Factor Esp	Tarifa (US\$/HM)	N° de viajes	Horas	Distancia (km)	AVANCE (m ³ -km)	COSTO(\$)
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	6.9	4.75	637.50	279.45
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	6.8	4.75	637.50	275.4
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	12	6.2	4.75	588.46	251.1
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	6.6	4.75	637.50	267.3
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	5.8	4.75	637.50	234.9
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	6.4	4.75	637.50	259.2
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	6.9	4.75	637.50	279.45
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	12	6.3	4.75	588.46	255.15
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	13	6.5	4.75	637.50	263.25
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	5	2.1	4.75	245.19	85.05
VOLQUETE	17	M3	0.77	40.5	4	2	4.75	196.15	81

FUENTE: Elaboración propia.

Donde el avance es calculado como:

$$\text{Avance} = \text{Cubicaje} \times \text{Factor de Esponjamiento} \times \# \text{ Viajes} \times \text{Distancia}$$

$$\text{Costo} = \text{Tarifa} \times \text{Horas Máquina}$$

Para los datos mostrados anteriormente, tenemos el siguiente resultado para el cálculo del IP de Transporte:

$$IP = \frac{2531.25}{6080.77}$$

$$IP = 0.41$$

Como se puede apreciar este valor está relacionado con la distancia o recorrido que realizan los volquetes para transportar el material de eliminación, mientras mayor sea la distancia, se tendrá un mayor valor de m³-km y en consecuencia el valor del IP de Transporte será menor.

Como habíamos señalado anteriormente, existen valores de IP Meta, para diferentes partidas o actividades, y para el caso del IP de Transporte el proyecto optó por considerar el siguiente valor:

$$IP \text{ Meta} = 0.40$$

Con este valor de IP Meta de transporte se puede calcular la ganancia que se tendría para esta partida en particular:

$$\text{Ganancia} = (0.4 - 0.41) \times 6080.77$$

$$\text{Ganancia} = -\$ 60.81$$

Como podemos apreciar, para este particular caso se obtuvo un valor negativo para el IP de Transporte, lo cual se traduce en una pérdida económica, que se debe varios factores como lo pueden ser interferencias en la ruta de los volquetes, fallas mecánicas, bajas velocidades, etc. Sin embargo podemos obtener un balance general del día al comparar tanto lo obtenido en el IP de Excavación, como para el IP de Transporte como se muestra a continuación:

$$\text{Ganancia total} = \text{Ganancia Excavación} + \text{Ganancia Transporte}$$

$$\text{Ganancia total} = (\$ 2140) + (-\$ 60.81)$$

$$\text{Ganancia total} = \$ 2079.19$$

Como podemos apreciar, al final de la jornada para éste determinado frente de trabajo se obtuvo un resultado positivo. Se puede obtener varios IP diarios para los distintos subfrentes de trabajo que se tenga, y se puede realizar un IP promedio para transporte y otro promedio para excavación y finalmente se realiza un balance general de todo el frente de trabajo. Ésta es una buena práctica que todo supervisor o ingeniero de producción debe controlar a diario, además se puede complementar ésta buena práctica con reuniones semanales de producción en las cuales se muestre el IP promedio semanal de las partidas mencionadas, así como también se deben fijar los volúmenes acumulados semanales y las metas de las próximas semanas mediante la programación conocida como Lookahead o ThreeWeek para su cumplimiento y seguimiento.

3.5 MANTENIMIENTO DE VÍAS.

Además de tener los trabajos a nivel de explanaciones, siempre se debe considerar en un proyecto vial o de carreteras, una cuadrilla de mantenimiento, la cual es necesaria no solo en temporada de lluvias, sino también para realizar el mantenimiento adecuado cuando se han terminado los trabajos de explanaciones en una determinada zona.

Básicamente para los trabajos de mantenimiento en temporada de estiaje, se contó con los siguientes recursos:

CUADRO N° 3.26.- Cuadrilla de Mantenimiento para la época de Estiaje.

Mantenimiento			
Equipos		Personal	
Motoniveladora	1	Oficial	1
Rodillo	1	Peon	1
Retroexcavadora	1	Vigía	2

FUENTE: Elaboración propia.



Figura N° 3.04.- Trabajos de mantenimiento con Motoniveladora.

La cuadrilla de mantenimiento, tiene por objetivo en la época de estiaje, de dar transitabilidad a la vía, debido a que ésta está continuamente en uso por los transportistas de distintas partes del Perú, debido a la importancia económica de la misma, es por ello que antes de terminar la jornada de trabajo, tenemos la obligación de devolver las condiciones de transitabilidad igual o a las cuales se encontró la vía.



Figura N° 3.05.- Trabajos de mantenimiento con Motoniveladora y Rodillo liso.

Para obtener mejores rendimientos en el transporte de material, es decir para que los volquetes puedan transportar el material excedente del corte, es necesario también que las vías por las cuales estos transiten, se encuentren en buen estado, para ello se debe hacer seguimiento continuo a todas las vías por las cuales se tenga el recorrido de los volquetes, desde el lugar carguío, hasta su descarga en cualquiera de los DME, y esto debido a que el continuo tránsito de estos equipos pesados, deteriora la vía, una vía la mimas que por las condiciones geográficas y climáticas existentes, presenta un suelo arcilloso, hace fundamental los trabajos de mantenimiento.

Para la época de avenidas, la cual comenzó fines de diciembre y culminó fines a Abril, la cantidad de recursos de mantenimiento se tuvo que incrementar debido a las constantes lluvias que afectaron todo nuestro tramo. La cantidad de equipos que se tuvo para esta época fue:

CUADRO Nº 3.27.- Cuadrilla de Mantenimiento para la época de Avenidas.

Mantenimiento			
Equipos		Personal	
Motoniveladora	2	Oficial	2
Rodillo	2	Peón	4
Retroexcavadora	2	Vigía	8
Cargador Frontal	2		

FUENTE: Elaboración propia.

Se dividieron los trabajos en 2 cuadrillas, las cuales realizaban principalmente trabajos de eliminación de derrumbes, transitabilidad de la vía, y drenajes.



Figura N° 3.06.- Deterioro de las vías por las lluvias.

En el Tramo III, se presentaron muchos derrumbes, para las cuales en muchos casos ya no era suficiente la eliminación de estos con un cargador frontal, si no que debido a la magnitud de los derrumbes se tenía que utilizar excavadoras y hasta tractores para poder liberar las vías.



Figura N° 3.07.- Excavadoras aperturando una vía afectada por un derrumbe.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Se debe considerar el factor social dentro de la licitación de un proyecto ubicado en una zona rural y de conflicto, teniendo en cuenta: documentación de los terrenos afectos a la construcción de la proyecto, nivel del conflicto social, presencia de bases policiales, los cuales fueron los factores más influyeron en el correcto desarrollo del proyecto, es por ello que el Plan de Manejo Ambiental debe contemplar como punto principal el manejo social para sensibilizar a la población de los impactos positivos del proyecto.
2. El volumen de eliminación de los derrumbes en éste proyecto debió de incrementarse en la licitación del mismo, considerando que en épocas de avenidas, los derrumbes ocurren con mucha frecuencia según las estadísticas que presenta la zona, además de considerar la estabilidad de los taludes existentes así como la geología de la zona, en la cual predominaban taludes arcillosos con presencia abundante de material orgánico en su gran mayoría, por lo que es conveniente utilizar un esponjamiento de un 1.39 a 1.47 que es el típico para los suelos existentes en los taludes.
3. La ubicación de las tranqueras para el cierre de las vías debe tener distancias que permitan que se pueda cruzar el tramo de 27km en un lapso de tiempo de media hora, esto fue vital en el proyecto, porque permitió mantener a los transportistas calmados y con la certeza que podían cruzar el tramo en construcción.
4. El conocimiento adecuado de las características de los equipos a utilizar para una determinada actividad, permitirá la correcta elección de los mismos, teniendo un mejor rendimiento y como consecuencia una mejor producción.
5. La toma de datos en campo, permitió definir qué tipo de excavadora era la más productiva, según los volúmenes de eliminación que se obtuvieron para cada tipo de excavadora, se pudo diferenciar las excavadoras que realizarían la trabajos de carguío como la Cat 336, para los trabajos de corte a la Cat 329 y para los trabajos de perfilado y carguío a la Doosan 340.
6. Con la selección de operadores de línea amarilla se pudo lograr mejores rendimientos en actividades específicas, como por ejemplo a los operadores de excavadora que eran más cautelosos y de detalle, se los ubicaba para actividades como la de perfilado de taludes, trabajos en banquetas, colocación de enrocados,

mientras que a los más, se los colocaba en carguío, para así obtener una mayor producción.

7. Se aplicó el concepto de Índice de Productividad o conocido por sus abreviaturas como IP, el cual nos permitió tener un control diario de dos de las partidas más incidentes para nuestro proyecto, las cuales fueron la partida de Transporte y la de Excavación.

8. Es importante que los valores del IP Meta sean sincerados y se aproximen a valores reales, de manera que no sean frustrantes, es decir si podemos valores de IP Meta que no se ajustan a la realidad, siempre obtendremos resultados negativos y serán inalcanzables, debido a que estaremos perdiendo por más esfuerzo que se tenga en campo. De allí que su cálculo debe realizarse proyectando en que se podrá llegar a dicho valor, e incluso superarlo.

9. No siempre se tendrán resultados positivos en todas las partidas, y esto sucede muchas en varios proyectos por no estimar bien los recursos a utilizar y definir rendimientos inadecuados. Esto se pudo reflejar cuando se realizó el cálculo del IP diario de Transporte, el cual fue siempre negativo cuando se hacía la comparación con el IP meta de Transporte; sin embargo este déficit puede ser compensado con otras partidas en las cuales se tengan resultados muy por encima de los esperados, como fue el caso del IP de Excavación, en el cual se obtenía casi siempre resultados positivos cuando se realizaba la comparación con el IP Meta de Excavación, comparando los resultados al final de la jornada entre ambos valores, se obtenía un balance general positivo.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda trabajar los cierres de vía, colocando en las tranqueras un refuerzo policial perenne para que se garantiza el inicio y fin del horario de trabajo
2. Se pudo observar a la largo del proyecto es mejor invertir recursos en mantenimiento de vías, esto facilitó la transitabilidad de nuestros accesos y vías, lo cual hizo que los volquetes tuvieran menos interferencias por motivo de estado de las vías, beneficiando al ciclo de los volquetes y como consecuencia se tuvo mejores valores de producción.
3. El mantenimiento preventivo es muy importante, tanto para las vías o accesos, esto se pudo apreciar cuando en época de avenidas (Diciembre hasta Abril) se tuvo problemas con los accesos debido a no realizar un mantenimiento preventivo como lo pude ser el instalar drenes, tener cunetas bien definidas, alcantarillas provisionales, mejoramientos, etc. Ocasionando paralizaciones temporales de trabajos por los daños que ocasionaban las lluvias.
4. El no realizar drenajes en los DME, implicó realizar mantenimientos correctivos, los cuales son más difíciles de hacer y se invierten más recursos (mayores costos), por ello se recomienda en base a la experiencia obtenida en este proyecto, iniciar los trabajos de drenaje en los DME, antes de que acopie el material de corte en los mismos.
5. Se recomienda investigar la zona de influencia del proyecto, a través del área de relaciones comunitarias mediante encuestas, estadísticas, para desde el punto de vista social, la zona en la cual se desarrollará el proyecto, como por ejemplo para este proyecto en particular no se tuvo previsto la verdadera magnitud de los conflictos sociales presentes en la zona del proyecto, y de cómo estos impactaban directamente en el rendimiento de los trabajos.
6. Se recomienda seleccionar a operadores con experiencia, o de la confianza del ingeniero supervisor, ya que si contamos con operadores experimentados, obtendremos mejores resultados en lo que concierne a producción, además son necesarios para realizar trabajos de corte que implican cierto riesgo y destreza, por lo que la experiencia y buen criterio del operador son esenciales.
7. Es recomendable utilizar formatos de reporte de producción, que sean concisos y que muestren de manera resumida la información obtenida de campo y así poder procesar la información de manera más rápida para su análisis en oficina.

8. Es recomendable realizar una inspección a detalle de los terrenos que serán utilizados como DME, de manera que se puedan identificar las restricciones que puedan tener para su utilización como tal, como por ejemplo ojos de agua, abundancia de plantaciones de cacao.

BIBLIOGRAFÍA

CANTURÍN, Ricardo. Aplicación de métodos de productividad en las operaciones de equipos de Movimiento de Tierras. Lima, 2004.

PMI, Project Management Institute, Fundamentos para la Dirección de Proyectos. Guía del PMBOK. EEUU, 2008.

ROSELL, Ricardo, Propuesta de Gestión de la Productividad y Calidad Total en obras en Construcción. Iquitos, 2003.

MTC (2013) Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales Para la Construcción". Perú.

MTC (2013) Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras". Perú.