

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**“ANALISIS DE RIESGO DE SEGURIDAD VIAL EN LA NUEVA  
CARRETERA COSTANERA EN EL TRAMO PUEBLO NUEVO  
(CIUDAD DE ILO) – FUNDICIÓN SOUTHERN PERU COPPER  
CORPORACIÓN (SPCC)”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**

**PRESENTADO POR:**

**HENRY DANIEL CASTILLO MARTINEZ**

**LIMA, PERÚ**

**2013**

“ANÁLISIS DE RIESGOS DE SEGURIDAD VIAL EN LA  
NUEVA CARRETERA COSTANERA EN EL TRAMO  
PUEBLO NUEVO (CIUDAD DE ILO) – FUNDICION  
SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION (SPCC)”.

**Dedicatoria:**

A mi madre, hermanos, compañeros del trabajo, asesor y docentes y todos aquellos que contribuyeron a que este trabajo se haga realidad ayudándome a dar un paso muy importante en la vida.

## **INTRODUCCIÓN**

### **CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

- 1.1 El Problema
- 1.2 Justificación
- 1.3 Objetivos General
- 1.4 Objetivos específicos

### **CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO**

- 2.1 Antecedentes
- 2.2 La Seguridad Vial en el Perú
  - 2.2.1 Organismos oficiales y privados relacionados con la Seguridad Vial
  - 2.2.2 La Seguridad Vial en empresas industriales
- 2.3 El Análisis de Riesgos de Seguridad
  - 2.3.1 Un Análisis de Riesgos Viales para empresas
  - 2.3.2 Descripción de los Factores de Riesgo de Seguridad Vial
    - 2.3.2.1 Factor Vías
    - 2.3.2.2 Factor Ambiental
    - 2.3.2.3 Factor Humano
    - 2.3.2.4 Factor vehículo
- 2.4 Planteamiento de la Hipótesis

### **CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN DEL AMBITO DE ESTUDIO Y DEL ENTORNO**

- 3.1 Ámbito de estudio
  - 3.1.1 Carretera costanera en el tramo Pueblo Nuevo – Fundición ILO
  - 3.1.2 Fundición SPCC
  - 3.1.3 Pueblo nuevo ILO
- 3.2 Cantidad y tipos de vehículos que se desplazan en la zona de estudio: Tramo Punta del Bombón – ILO

## **CAPITULO 4: METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS**

4.1 Población en estudio

4.2 Metodología y Materiales

## **CAPITULO 5: RESULTADOS**

5.1 Resultados de condiciones/elementos por Factores de Riesgo Viales

5.2 Resultados de Identificación de los Peligros Viales

5.3 Resultados de la Evaluación de Riesgos Viales

5.4 Resultados resumidos por Factor, Peligro y Riesgo

## **CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1 Conclusiones

6.2 Recomendaciones

## **ANEXOS**

A) Lista de Riesgos Laborales de la OIT.

B) Variables de Estimación de Riesgos Viales

## LISTA DE TABLAS

### ***Capítulo II: Marco Teórico***

Tabla 2.1: Casos de deslizamiento

Tabla 2.2: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

### ***Capítulo III: Descripción del Ámbito de estudio y del Entorno***

Tabla 3.1 Estaciones de estudio de tráfico

Tabla 3.2 Clasificación Vehicular Promedio – Estación E2

Tabla 3.3 Clasificación Vehicular Promedio – Estación E3

### ***Capítulo IV***

Tabla 5.1 Condición de Deslumbramiento por luces Vehículos contrarios

Tabla 5.2 Condiciones/ elementos para análisis de riesgo en la carretera

Tabla 5.3 Deslumbramiento por luz solar

Tabla 5.4 Condición de Neblina

Tabla 5.5 Condición de Precipitación

Tabla 5.6: Condición Mal juicio y toma de decisiones

Tabla 5.7: Perturbaciones externas al Conductor

Tabla 5.8: Mal estado psicofísico del conductor

Tabla 5.9: Vehículos no seguros - Sistema pasivo no habilitado

Tabla 5.10 Factor, Peligro y Riesgo inicial.

Tabla 5.11 Factor, peligro, riesgo inicial y riesgo residual.

## LISTA DE GRAFICOS

### ***Capítulo II: Marco Teórico***

Grafico 2.1: Relación de accidentes fatales de tránsito con respecto al total de accidentes sucedidos en el Sector Minero.

Grafico 2.2: Matriz de Identificación de Peligros y evaluación de Riesgos Viales.

Grafico 2.3: Visibilidad de Parada

Grafico 2.4: Visibilidad de Paso

Grafico 2.5: Señal velocidad máxima

Grafico 2.6: Marcas en el pavimento prohibido adelantar

Grafico 2.7 Peralte en zonas rurales

**Capítulo III: Descripción del Ámbito de estudio y del Entorno**

Grafico 3.1: Tramo de estudio carretera costanera (Km 77 al Km 91)

Grafico 3.2: Carretera Costanera Tramo Punta del Bombón – LO

Grafico 3.3: Tramo Pueblo Nuevo- Fundición SPCC marcado de rojo

Grafico 3.4: Vista aérea Ciudad de ILO y ubicado al norte el distrito de Pueblo Nuevo.

Grafico 3.5: Variación Horaria del Promedio Vehicular – Estación E2

Grafico 3.6: Variación Horaria del Promedio Vehicular – Estación E2

**Capítulo V: Resultados**

Grafico 5.1: El análisis de estudio se inicia dónde finaliza la vía de doble calzada (zona urbana) ingresando a una vía de una sola calzada (zona rural).

Grafico 5.2: Se observa la trayectoria de la antigua carretera (verde claro) el cual se observa que tiene un cruce a nivel con una línea de ferrocarril de la empresa SPCC

Grafico 5.3: Se observa la trayectoria de la antigua carretera (verde claro) el cual se observa que tiene un cruce a nivel con una línea de ferrocarril de la empresa SPCC.

Grafico 5.4: Se observa la trayectoria de la antigua carretera (verde claro) el cual tiene un cruce a nivel con una línea de ferrocarril de la empresa SPCC. El verde oscuro indica la trayectoria actual de la carretera Costanera el cual evita el cruce con la línea férrea.

Grafico 5.5: Se observa la trayectoria antigua de la carretera (verde claro) que tiene un cruce a nivel con una línea de ferrocarril de la empresa SPCC. El verde oscuro indica la trayectoria actual de la carretera Costanera el cual evita el cruce con la línea férrea. Se tiene la señal de ceda el paso.

Grafico 5.6: Presencia de curvas sucesivas

Grafico 5.7: La curva del Km. 80 más conocida como la **Curva de la gallina**, es la más prominente en todo el tramo de estudio.

Grafico 5.8: Vista del empalme de la vía auxiliar de ingreso a Fundación SPCC por el lado sur con la carretera Costanera.

Grafico 5.9: Presencia de curvas sucesivas.

Grafico 5.10: Presencia de curvas sucesivas.

Grafico 5.11: Presencia de curvas sucesivas.

Grafico 5.12: Presencia de curvas sucesivas

## **LISTA DE FIGURAS**

### ***Capítulo II: Marco Teórico***

Figura 2.1: Diagrama de fuerzas actuantes

Figura 2.2 Neumáticos

Figura 2.3 Dirección del vehículo

Figura 2.4 Suspensión del vehículo

Figura 2.5 Sistema de frenos vehicular

Figura 2.6: Amortiguadores

## **LISTA DE FOTOGRAFIAS**

### ***Capítulo II: Marco Teórico***

Foto 2.1: Guardavía metálica.

Foto 2.2: Poste delineador

Foto 2.3: Tachas delineadoras en centro y borde de la vía

### ***Capítulo III: Descripción del Ámbito de estudio y del Entorno***

Foto 3.1: Edificio ISAsmelt Fundación de ILO

Foto 3.2 – Vía principal de entrada al distrito de Pueblo Nuevo, se observa los bloques de alojamiento al lado izquierdo.



**Capítulo V: Resultados**

Foto 5.1: Km 90+800. Unión de vía de doble carril en una sola vía de doble sentido.

Foto 5.2: Km 90+800.

Foto 5.3: Km 90+650. Tramo recto

Foto 5.4: Unión de vía lateral Km87+600

Foto 5.5: Km 87+500 en dirección al norte

Foto 5.6: Instalaciones de la Refinería SPCC ubicada al lado derecho de la vía

Foto 5.7: Instalaciones empresa Pesquera lado izquierdo de la vía

Foto 5.8: Curva a la izquierda

Foto 5.9: Señal que indica vía férrea en el ingreso a la vía lateral derecha.

Foto 5.10: Km. 85+250 Inicio de curva y desvió a vía lateral a la derecha.

Foto 5.11: Km. 85+100 Curva a la izquierda, se observa presencia de hitos de arista en ambos lados de la vía.

Foto 5.12: Km. 85+100

Foto 5.13: Siguiendo la trayectoria se observa la presencia de otra curva.

Foto 5.14: Se observa la presencia de postes delineadores.

Foto 5.15: Vista de noche, se observa la presencia **Postes delineadores** en los bordes de la vía y las **Tachas bidireccionales retro reflectantes** a nivel de la pista.

Foto 5.16: **Obs6: Presencia de Montículos rocosos en ambos lados de la vía.**

Foto 5.17: Ingreso a una curva a la derecha.

Foto 5.18: Vista de noche, se observa la presencia **Postes delineadores** en los bordes de la vía y las **Tachas bidireccionales retro reflectantes** a nivel de la pista.

Foto 5.19 Km. 85+900 Unión de vía auxiliar por el lado derecho a la Vía principal

Foto 5.20: Ingreso a una curva de radio grande

Foto 5.21: Vista de noche, se observa la presencia **Postes delineadores** en los bordes de la vía y las **Tachas bidireccionales retro reflectantes** a nivel de la pista.

Foto 5.22: Montículos rocosos lado derecho

Foto 5.23: Montículos rocosos, ambos lados

Foto 5.24: Se observa Postes delineadores en ambos bordes de la vía en la zona curva.

Foto 5.25: Km. 80+500 ingreso a curvas sucesivas

Foto 5.26: Km. 80+400 **Obs14, Presencia de zona libre con desnivel al lado izquierdo de la vía**

Foto 5.27: Km. 80+450 **Obs15, Al finalizar la segunda curva se una barrera de contención metálica**

Foto 5.28: Km.80+200, Se observa curva en elevación, disminuye visibilidad.

Foto 5.29: Km. 80+000, en la zona central de la curva se observa:

Foto 5.30: Km. 79+650, finalizando la curva se observa montículos rocosos

Foto 5.31: Km. 78+400, La carretera costanera continúa su trayectoria desviando a la izquierda. En trayectoria recta se ingresa a la Fundación de SPCC.

Foto 5.32: Km. 78+100, por el lado este el perímetro de la Fundación SPCC

Foto 5.33: Km. 77+800 Inicio de curva: Baja visibilidad debido al muro (lado derecho) delimitador de la Fundación

Foto 5.34: Curva Km.77+700

Foto 5.35: Km. 77+300, Baja visibilidad debido al muro de delimitador de la Fundación

Foto 5.36: Curva Km.77+200

Foto 5.37: Curva Km.77+100

Foto 5.38: Curva Km.76+900. Baja visibilidad debido al muro de delimitador de la Fundación, En el lado izquierdo de la vía se encuentra instalación de SPCC (Planta IDE).

Foto 5.39: 76+500 Km. Baja visibilidad debido al muro de delimitador de la Fundación

Foto 5.40: Km. 76+350 Fin de tramo de estudio - Entrada lado norte a Fundación SPCC

Foto 5.41: Luces altas

Foto 5.42: Luces bajas

Foto 5.43: Km 85 - Presencia de Neblina en Carretera Costanera

**ANEXO B) Variables de Estimación de Riesgos Viales**

Tabla A.1: Escala de Exposición

Tabla A.2: Escala de Consecuencia

Tabla A.3: Combinación de probabilidades

Tabla A.4: Escala de Probabilidades

Tabla A.5: Valoración del riesgo

## INTRODUCCIÓN

Los accidentes de tránsito registrados en carreteras actualmente son considerados un problema de interés mundial debido a la alta tasa registrados cada año en los diferentes países del mundo.

Se busca eliminar o minimizar el problema con la “Seguridad Vial” que es la prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus consecuencias enfocadas en la vida y salud de las personas.

En el Perú el Ministerio de transportes y comunicaciones es el principal Ente que tiene a su cargo todas las regulaciones en el tema de Seguridad Vial, por otro lado el Ministerio de Salud considera a los accidentes de tránsito como un problema de Salud Pública estableciendo programas de controles y prevención así como mejora en las atenciones de crisis. Los Entes mencionados aplican sus disposiciones a nivel nacional, los cuales derivan responsabilidades y funciones a Instituciones, Municipalidades y Empresas Privadas las cuales tienen que aplicar los lineamientos con herramientas de gestión disponibles a su alcance como por ejemplo programas de Seguridad vial en su entorno.

Se sabe que el desplazamiento de vehículos de transporte terrestre en las vías nacionales carreteras rurales y zonas urbanas se encuentran bajo las disposiciones establecidas por el marco legal del Ministerio de Transportes y Comunicaciones que cuenta con la cooperación con el Ministerio de interior y Ministerio de Salud que cumplen funciones de apoyo, además se delegan responsabilidades a los sectores privados los cuales deben aplicar programas para la Seguridad Vial en el transporte terrestre en su entorno de trabajo. Una empresa privada en el tema de Seguridad Vial debe considerar los desplazamientos del vehículo dentro de las instalaciones de la empresa así como los desplazamientos del vehículo fuera del lugar de trabajo donde estén cumpliendo funciones relacionadas con el trabajo.

Un caso de desplazamientos de vehículos fuera de las instalaciones de la planta en una a privada es el caso de la Fundición de ILO propiedad de la empresa minera Southern Peru que constantemente realiza desplazamientos en un tramo de la carretera Costanera sur (ubicada al norte de la ciudad de ILO en la región de Moquegua) para dirigirse a otras instalaciones ubicadas en otras zonas de la ciudad, también muchas otras privadas usan las vías públicas inclusive otras lo hacen en la ciudad en la cual enfrentan riesgos mayores en los riesgos viales.

La carretera Costanera sur actualmente es una carretera paralela a la vía nacional 001S de tipo panamericana pero hace unos años solo era una variante inconclusa de la panamericana sur que por muchos años estuvo sin concretarse el proyecto para su construcción, pero que estaba en planes del gobierno concretar el proyecto. Es así que en el año 2007 el Consorcio Obrainsa gana la buena Pro para ejecutar la obra de asfaltado y remodelación de la carretera Costanera en el tramo Punta del Bombón(Km 0+000) – Ciudad de ILO(Km 91+350).

En el mes de mayo del año 2012 se inaugura la Carretera costanera ubicada en la zona sur del Perú en departamento de Moquegua la cual tiene una extensión de 91 Km el cual une las ciudades de ILO con punta del Bombón, la carretera tiene como fin unir los puertos costeros de Matarani ubicado en la región de Arequipa cerca a punta del Bombón y el puerto de ILO ciudad costera de Moquegua ya que son elementos que están unidos a la carretera interoceánica la cual fue construida para el desarrollo de los proyectos de exportación de bienes y materias primas de las regiones del lado sureste del Perú así como de los países de Bolivia y Brasil.

El complejo industrial de la Fundición de Cobre propiedad de la empresa minera Southern Peru se ubica en el Km 78, instalaciones donde concluye la parte final del proceso productivo exportando cátodos de cobre, por esta carretera transitan a diario vehículos de transporte de personal y de logística de la empresa y contratistas lo cual constituye gran parte del tráfico vehicular en el tramo de la carretera de Fundición (Km 78) a ILO (Km 91). Es por ello que se plantea realizar un análisis de riesgos de Seguridad Vial en la nueva carretera Costanera sur en

el tramo de la Fundición a la Ciudad de ILO con el fin de identificar los peligros y riesgos presentes en esta parte de la carretera y poder tomar medidas de control preventivas para evitar pérdidas las cuales se manifiestan en accidentes de tránsito y atenciones de crisis.

El complejo de la Fundición de Ilo se encuentra dentro del sector industrial Minero cuyo marco legal de la gestión de la Seguridad en el trabajo es el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (D.S 055-2020EM) que establece la importancia de los análisis de riesgos para la seguridad y salud de las personas así como en los cambios de los procesos, materiales y equipos. Se pueden presentar cambios a nivel del proceso como también cambios en el ambiente o modificación del medio físico del entorno los cuales deben ser evaluados y reevaluados constantemente ya que un cambio siempre presenta situaciones nuevas y/o diferentes a las iniciales que pueden resultar en riesgo..

La nueva carretera Costanera representa un cambio en la condiciones y es necesario evaluar cuáles son los concernientes a la Seguridad Vial. Sabemos que todo cambio crea situaciones nuevas o diferentes las cuales es necesario realizar un análisis a fin de conocer las situaciones o elementos de beneficios así como las situaciones o elementos que pueden generar pérdida lo cual al final se traduce en pérdidas y se conoce con las variables económicas.

El reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (D.S 055/-2010EM) considera los aspectos en el tema de Seguridad en el transporte terrestre (Capítulo XXII, Transporte de Personal, art 396), donde se indica a considerar, los comportamientos del Conductor, las características riesgosas de la vía, las condiciones mecánicas del vehículo y otros elementos que sean necesarios.

La presente Tesis presenta como objetivo principal de la investigación en conocer cuáles son los peligros en Seguridad vial y el nivel de riesgo asociado a cada peligro en la nueva carretera Costanera en el tramo de la Fundición de SPCC con la ciudad de ILO. El Análisis de riesgos de Seguridad Vial se basa siguiendo un modelo para evaluaciones de riesgos para empresas del Instituto Nacional de Seguridad de España Vial el cual establece una metodología que incluye el

concepto de los Factores de Riesgo de "Seguridad Vial" estableciendo 4 factores las cuales son el factor humano relacionados al Conductor del vehículo, el factor vehicular que relaciona todas las condiciones o elementos del vehículo, el factor vías la zona física de la carretera, y el último factor el ambiental relacionado a las condiciones climáticas de la zona.

El Análisis de riesgos comprende identificar los peligros de "Seguridad Vial" para cada factor de riesgo, estimar los riesgos realizando la evaluación y re-evaluación de los riesgos viales donde se espera que los riesgos finales en la presente Tesis no representarán pérdidas para los vehículos que transiten por el tramo de la carretera mencionada.

La presente tesis se estructura en base a los siguientes capítulos:

### **Capítulo I – Planteamiento del Problema**

Presenta las variables de Justificación, El problema, la Hipótesis, Los objetivos generales y específicos que se desarrollan en la presente investigación.

### **Capítulo II – Marco Teórico:**

Se resumen los Antecedentes y estudios principales sobre la Seguridad Vial centrándose principalmente en la infraestructura de la vía debido a que en muchos casos son analizados por profesionales relacionados con la ingeniería de tránsito, ingeniería civil u otros.

Se presentan los conceptos de Seguridad Vial en el Perú, directrices y Entes del gobierno responsables, la Seguridad Vial para empresas privadas, El Sector minero y la seguridad vial, el marco legal para la Seguridad Vial. La herramienta de análisis de riesgos su definición y aplicación para empresas y los 4 factores de riesgos viales presentes para un Análisis de Riesgos Viales.

Facto Humano presenta los tipos de problemas que están relacionados solamente con el comportamiento y condiciones psicofísicas del Conductor del vehículo.

En el Factor vías se establecen los conceptos básicos de la Seguridad en el diseño de una carretera tales como el radio que debe tener una curva, la velocidad máxima, el tipo de calzada, la señalización de seguridad vial y elementos de seguridad en bordes de las vías.

Factor vehicular explica los principales elementos del vehículo que pueden presentar problemas durante la conducción que son parte del funcionamiento del mismo como la dirección del vehículo, la suspensión, el sistema de frenado, el sistema de parabrisas, entre otros.

Factor Ambiental considera los elementos relacionados con el Clima de la zona a evaluar como son la Neblina, las Precipitaciones, El Viento.

### **Capítulo III – Descripción del Ámbito de estudio y del Entorno**

Se presenta la descripción de la zona física donde se va a realizar el estudio, incluyendo los elementos del entorno.

### **Capítulo IV – Identificación de Peligros en Seguridad Vial**

Presenta la población de estudio y la metodología aplicable para el análisis de riesgos basándose en los 4 factores de riesgos viales.

### **Capítulo V – Presentación de Resultados**

Presenta los resultados de la metodología aplicable, los Peligros identificados y aplicados para cada uno de los factores y los de la evaluación de riesgos de los peligros identificados.

### **Capítulo VI – Conclusiones y Recomendaciones**



# **CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción del Problema**

La nueva Carretera Costanera en el tramo de Pueblo nuevo – Fundación ILO se presenta como un cambio de condiciones de “Seguridad Vial” principalmente para el desplazamiento de los vehículos que cumplen funciones de transporte relacionados con el complejo de la Fundación de ILO y otros que usan la vía con mucha frecuencia. Sabemos que todo cambio presenta nuevas y/o diferentes situaciones las cuales pueden provocar algún tipo de pérdidas que para el caso de la “Seguridad Vial” serán los accidentes de tránsito, la generación de eventos de crisis en el entorno, atenciones de emergencias, investigaciones del accidente y eventos post accidentes como los de rehabilitación del Conductor que puede quedar con secuelas de daño físico de o trauma psicológico.

En la carretera existen muchos tipos de elementos y /o condiciones que pueden generar un accidente de tránsito los cuales se analizan por factores que tienen relación con el diseño de la vía, la presencia de curvas peligrosas, los precipicios en bordes de la vía o la falta de señalización en tramos críticos, también existen factores relacionados con el vehículo como el inadecuado mantenimiento de las partes del funcionamiento propio del vehículo como el sistema de frenos, la falla en la dirección o suspensión, elementos que no funcionan adecuadamente durante la conducción que pueden ser del sistema de luces, el limpiaparabrisas, etc. Para el conductor se tienen elementos que están relacionados con el comportamiento y estado del individuo, en el primer caso una mala toma de decisiones, falta de cultura preventiva o inadecuada percepción del riesgo origina que el conductor realice conductas temerarias como adelantar vehículos sin considerar las distancias seguras, exceso de velocidad, usar el celular mientras maneja, etc. y en el segundo caso el estado del conductor al momento de la conducción como la presencia de sueño, la fatiga, manejar en estado etílico o bajo presencia de medicamentos que alteran la atención del conductor disminuyendo sus reflejos y en el último caso también se tiene elementos relacionados con el factor climático que muchas veces condiciona a que se presenten problemas en la conducción como la presencia

de neblinas la cual disminuye la visibilidad, las precipitaciones que disminuyen la adherencia del neumático con el asfalto de la carretera disminuyendo la estabilidad del vehículo y los deslumbramientos naturales por la luz del sol, similares a los de deslumbramientos de luces vehiculares en conducción nocturna que cegan la visión por unos instantes al conductor lo cual según las circunstancias puede generar un accidente de tránsito. En el caso de un accidente de tránsito con pérdidas humanas tiene un costo incalculable que es la vida de la persona que no se podrá recuperar.

### La Importancia.

En el Perú los costos estimados por accidentes de tránsito en el 2012 sobrepasa el 2% del PBI nacional el cual representa un problema en lo que hay mucho por hacer. En los últimos diez años la cifra supera los 700 mil accidentes, con más de 31 mil muertos y en los últimos 4 años más de 100 mil personas que han quedado incapacitadas de por vida. Lejos de disminuir se observa que los accidentes de tránsito aumentan cada año. Los costos por accidentes de tránsito representan casi el 40% del PBI que se realizan por servicios a la Salud en el Perú el cual es del 4.5%. Esta problemática lleva a que el Ministerio de Salud lo considere como un problema de Salud Pública debido a la alta tasa de accidentes de tránsito que se registran en el País.

La importancia de aplicar estrategias de gestión en la prevención de accidentes de tránsito constituye un elemento muy importante a considerar. Los costos que se generan en un accidente de tránsito son las pérdidas materiales, las atenciones de crisis de emergencia principalmente, estos siendo los costos directos a los cuales hay que sumar los costos indirectos post-accidente que son los relacionados con las secuelas en la personas accidentadas, los daños materiales al vehículo y en algunos casos daños a la infraestructura lo cual eleva considerablemente el costo total.

## 1.2 Justificación

Los datos antes señalados demuestran que la situación de accidentes de tránsito en el Perú con costos mayor al 2% del PBI nacional está cobrando gran magnitud, que se traduce en la pérdida de vidas humanas, un aumento de la inseguridad en las carreteras y la violación de los derechos humanos: derecho a la vida, la seguridad, la integridad física, moral y psicológica.

Se evidencia que los accidentes de tránsito se han convertido en un problema de salud pública con una alta tasa de accidentes que cada año aumenta va en aumento por ello es un problema de interés nacional que de no investigarse y buscar nuevas soluciones efectivas, podría dejar como saldo un mayor número de muertes y heridos en carreteras.

Por ello se realiza la presente Tesis del tema de la "Seguridad Vial" para la carretera Costanera en el tramo Pueblo nuevo – Fundición de ILO, donde planteamos incorporar nuevas áreas de conocimiento como el uso de herramientas de los sistemas de gestión siendo el más conocido los Análisis de Riesgos, que en el caso de la Seguridad Vial será una herramienta de análisis de Riesgo Viales, con el fin de aplicar estrategias para la prevención de accidentes de tránsito traduciéndose en evitar las pérdidas mejorando la calidad del trabajo y desempeño de los trabajadores.

Así mismo, esta investigación constituye una contribución para las entidades públicas y privadas involucradas en el tema, pues permite aplicar nuevas acciones dentro del campo de la Seguridad en el Trabajo buscando aplicar estrategias que permitan mejoras materia de Seguridad Vial.

Formulación del Problema:

*¿Los niveles de riesgo de los peligros de "Seguridad Vial" en la nueva carretera Costanera en el tramo Pueblo nuevo – Fundición Ilo representarán problemas en pérdidas económicas y humanas de mayor impacto para los Conductores que usan la vía?*

**1.3 Objetivo general**

Identificar los peligros y determinar los niveles de riesgo de "Seguridad vial" en la nueva carretera Costanera en el Tramo Pueblo Nuevo - Fundición.

**1.4 Objetivos específicos**

Conocer los peligros y nivel de riesgo relacionados al factor vías: Carretera Costanera tramo Pueblo Nuevo – Fundición SPCC.

Conocer los peligros y nivel de riesgo relacionados a factores ambientales: lluvias, neblinas, etc.

Conocer los peligros y nivel de riesgo asociado al factor humano presentados en la carretera: El Conductor.

Conocer los peligros relacionados al factor vehículos presentados en la carretera: Vehículos

## **CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO**

## **2.1 Antecedentes**

**a) Evaluación de Tránsito y de Seguridad Vial en la intersección de Panamericana norte y Av. Próceres – Lima Norte Perú 2009.** Realiza la evaluación de tránsito y seguridad vial en la intersección de 2 avenidas de la ciudad debido a la problemática de accidentes de tránsito en la zona, se centra principalmente en analizar el aspecto físico de la carretera como el estado del pavimento, la señalización de seguridad vial, el estudio de tráfico vehicular y análisis de giros de los vehículos en la zona. Los principales riesgos encontrados se deben a mal estado de la vía y la señalización de seguridad vial, en el caso del factor humano se observa que incumplen las normas de seguridad vial arriesgando su integridad por lo cual establece acciones de mejora que son principalmente en base a la infraestructura de la carretera tales como reemplazo de señales de seguridad en mal estado, mejora de la calzada e inclusión de elementos de control para el factor humano como cambios en la ubicación de paraderos, colocación de barandas de corte de flujo de peatones, para ello crea un programa de costos y beneficios donde explica las mejoras a conseguir para la Seguridad Vial en este tramo de evaluado.

**b) Estudio integral de la Seguridad Vial en carreteras rurales de dos carriles. Cuba 2011.** El estudio comprende un diagnóstico de la seguridad vial en una carretera rural de dos carriles considerando las características geométricas de la vía, la señalización de la seguridad vial y composición del tráfico vehicular donde identifica los riesgos presentes en la vía para luego presentar los resultados en índices cuantitativos. Los resultados muestran características de la vía y señalización en estado regular justificables por la falta de mantenimiento de la carretera donde propone mejoras en cuanto a la infraestructura de la carretera a fin de mejorar la Seguridad Vial en el tramo evaluado.

**c) Programa Nacional de Investigación en Accidentes de Tránsito, Instituto nacional de Salud (INS-MINSA):** *Muestra un programa integral de estudio sobre los riesgos laborales viales a nivel nacional, incluye en unos de sus subprogramas "la incidencia, tendencia de los accidentes de tránsito en el Perú y factores de riesgo dependientes del peatón, vehículo y conductor". Los resultados de la evaluación del subprograma de tendencia de accidentes de tránsito indica que el principalmente están relacionados primer lugar con el factor humano El conductor y el peatón y caso secundario los factores vehiculares y de medio ambientales aunque este último no se menciona en el título.*

## **2.2 La Seguridad Vial en el Perú**

La Seguridad vial en el Perú actualmente representa un escollo grande a solucionar debido al crecimiento poblacional, el parque automotor, las deficiencias en las carreteras, las múltiples normas legales, la falta de cohesión entre organismos competentes para control de sanciones, la informalidad en el sector transporte, la situación del conductor y falta de cultura vial conduce a un problema con grandes desafíos que para resolverlos o minimizar sus efectos requieren que estén involucrados todos los elementos competentes de organizaciones públicas y privadas en este tema de la Seguridad Vial.

### *Las Organización de Naciones Unidas (ONU) y la Seguridad Vial*

El primer organismo internacional: Las Naciones Unidas establece un plan de 10 años para la mejora de la Seguridad Vial utilizando todas las herramientas disponibles por todos los sectores involucrados en la seguridad vial.



*“Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020”*

Debido a la gran cantidad de víctimas por accidentes de tránsito la organización de naciones unidas elaboró un Plan con el fin de estabilizar en primer caso y luego disminuir el número de víctimas mortales por accidentes de tránsito en todo el mundo, para cumplir tal objetivo establece un Plan que sirva como modelos a seguir por los países estableciendo una serie de actividades como planificación del transporte, auditorias en seguridad vial, mejoramiento en el diseño de carreteras, armonización de las leyes para control de velocidad, consumo de alcohol, Planes educativos de sensibilización y toma de conciencia sobre los riesgos al conducir entre otros.

En el Perú el estado mediante sus instituciones gestiona los temas de accidentes de tránsito y seguridad vial a través del Ministerio de Transportes, Ministerio del Interior (Policía nacional del Perú) y el Ministerio de Salud y además se suman otras organizaciones privadas siendo los principales entes que en un trabajo conjunto buscan el reducir el número de accidentes de tránsito a través de medidas legislativas, control en carreteras, sanciones, investigaciones y campañas de concientización sobre los temas en Seguridad Vial.

*El Plan Nacional de Seguridad Vial*

El Plan propone impulsar una política de seguridad vial en el país planteando como unos de los objetivos principales la reducción de índices de siniestralidad vial el cual consta de los siguientes ítems:

01. Programa Educativo en Seguridad Vial.
02. Implementación de un Programa Comunicacional.
03. Diseño e implementación de un sistema de registro de datos de colisiones de tránsito.
04. Restablecimiento del sistema de Revisiones Técnicas Vehiculares.
05. Programa de identificación y eliminación de puntos negros viales.

06. Mejoramiento del sistema de evaluación de postulantes para la obtención de licencias de conducir
07. Programa de .Análisis del sistema de emergencia y rescate a heridos.
08. Ejecución del estudio que determine los costos sociales de las colisiones de tránsito en el Perú.
09. Ejecución del Estudio de impacto en la instalación de sistemas inteligentes de limitación de velocidades.
10. Programa de infraestructura vial
11. Implementación de programas de auditorías viales.
12. Programa de fortalecimiento del accionar policial para el control efectivo de las normas
13. Ordenamiento de los sistemas de transportes públicos de pasajeros
14. Revisión del marco legal en materia de tránsito.
15. Descentralización: Creación de Consejos Regionales de Seguridad Vial.

*El punto 05 indica la identificación y eliminación de puntos negros viales que toma como criterio la cantidad de colisiones en dichos puntos de la vía.*

*El punto 10 considera el principio de la seguridad vial para el diseño de una vía dejando en segundo plano la escatimación de costos.*

*El Libro Blanco de la Seguridad Vial de la Comisión de Transportes del Congreso de la Republica (2010)*

Realizado por el comité de comisión de transportes del congreso de la república del Perú El Libro Blanco de la Seguridad Vial presenta un catálogo de medidas operativas que representan propuestas de acción para reducir los accidentes de tránsito y que es consecuencia de la demanda de la sociedad de evitar los accidentes de tránsito.

Uno de sus puntos resaltantes indica la creación de Facultades, especialidades e Institutos de Seguridad Vial con el fin de formar profesionales especialistas en el tema el cual; actualmente el Perú carece de las instituciones especializadas además de los técnicos y profesionales en estas áreas. Por ahora los que más se acercan a este sector son los profesionales en ingeniería de transporte que tienen cierta vinculación con los temas de seguridad vial.

#### El Consejo Nacional de Seguridad Vial

El gobierno peruano decidió la creación del Consejo Nacional de Seguridad Vial (CNSV), mediante Decreto Supremo 010-96-MTC, modificado posteriormente por los Decretos Supremos 024-2001-MTC y 027-2002-MTC y últimamente por el Decreto Supremo 023-2008-MTC.

El Consejo nacional de seguridad está integrado por diferentes instituciones del estado (Ministerios de salud, de transportes y comunicaciones, de educación y del interior, gobiernos regionales, dirección general de transporte terrestre y otras instituciones ligadas a la seguridad vial) las cuales se encargan de los temas de seguridad vial y de aplicar el Plan nacional de Seguridad Vial en el país.

#### **2.2.1 Organismos oficiales y privados relacionados con la Seguridad Vial**

##### Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Regula, controla y crea las normas para la gestión del transporte, entre ellos el terrestre en el cual establece normas para su cumplimiento que incluyen a la Seguridad vial, los principales decretos emitidos son:

D.S. 013-2007: Plan Nacional de Seguridad Vial

D.S 106 -2009: Reglamento nacional de Tránsito

D.S. 027-2006: Uso obligatorio del cinturón de Seguridad

D.S. 048 2008: Rutas de la Red Vial Nacional

DG-2001: Manual para el diseño geométrico de carreteras.

R.M. N 210-2000-MTC/15.02: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

Ministerio de Interior - Policía Nacional del Perú

La Policía también cumple un rol participativo para la prevención de accidentes de tránsito a través de sus direcciones de la Policía de Protección de carreteras (DIRPRCAR) y Policías de tránsito (DIVPOLTRAN):

Policía de carreteras: Encargados de la vigilancia y seguridad en las carreteras del país de la red vial de carreteras.

Entre sus principales roles cumpliendo acciones:

- Coordinación permanente con la SUTRAN (Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Cargas y Mercancías) en la ejecución de operaciones de control y fiscalización.
- Ejecución de operativos inopinados desde los Terminales y en toda la Red Vial Nacional.
- Ejecución de campañas de seguridad vial.
- Orientación a usuarios de la red vial nacional a través de los medios de comunicación y con distribución de trípticos y otros medios.
- Monitoreo permanente de los límites de velocidad permitidos en toda la red vial nacional, para ello se coordina permanente con los responsables de las empresas de transportes: Sistema GPS.
- Monitoreo en la hoja de ruta de las horas de conducir de los conductores de vehículos.

Ministerio de Salud

Resolución Ministerial N° 228-2005/MINSA: **“Plan Nacional de la Estrategia Sanitaria Nacional de Accidentes de Tránsito 2009-2012”**

Debido al gran número de accidentes de tránsito en el país que originan gran cantidad de lesiones y problemas de salud en los afectados, es causa de preocupación del ministerio que toma el asunto de los accidentes de tránsito como un tema de Salud Pública por lo cual decide crear un Plan de estrategia sanitaria con el fin de disminuir los accidentes de tránsito en el país.

**CIDATT – “Centro de Investigación y de Asesoría del Transporte Terrestre”** Es una Asociación civil privada que tiene como fines contribuir a la mejora del transporte terrestre en el país realizando diversas actividades incluyendo entre estas a la Seguridad vial, mencionamos algunas de sus actividades:

- Desarrollar actividades de difusión en materia de tránsito, transporte y seguridad vial, que promueva la introducción de nuevas técnicas y tecnologías, así como que contribuyan a la formación de una educación cívica de peatones y conductores.
- Realizar campañas de difusión sobre los derechos y obligaciones de los peatones, y conductores, con relación al tránsito, transporte, educación y seguridad vial
- Realizar actividades de capacitación en materia de tránsito, transporte, educación y seguridad vial.
- Desarrollar programas de asesoría y ayuda al sector público y privado en materia de tránsito, transporte y seguridad vial; dirigidos a modernizar la gestión, y elevar la productividad y eficacia de las instituciones y empresas involucradas.
- Conformar redes de voluntarios para velar por el cumplimiento de los derechos ciudadanos o participar en sistemas o programas de vigilancia social, en materia de tránsito, transporte y seguridad vial.

- Proponer soluciones técnicas, normativas e institucionales con el propósito de elevar la eficiencia y seguridad en materia de tránsito y transporte.

### **2.2.2 La Seguridad Vial en las empresas industriales**

Las empresas del sector industrial son consideradas parte activa en la solución para la prevención de accidentes de tránsito los cuales deben incluir planes, programas en sus Planes de Gestión donde los lineamientos base están establecidos por la normativa legal.

#### *El Sector minero y los accidentes de tránsito*

Las empresas del sector minero incluyen a los accidentes de tránsito dentro de sus estadísticas de incidentes de trabajo.

El Ministerio de energía y minas publica en su página web la estadística de accidentes de trabajo mortales entre los cuales se encuentra el de accidentes de tránsito representando en los últimos 9 años entre un 8% y 11% del total de accidentes sucedidos en dicho sector:

A continuación se muestran porcentajes de accidentes de tránsito mortales de los últimos 9 años:

En el año 2004 representan el 9% de los accidentes fatales en el sector minero.

En el año 2005 representan el 9% de los accidentes fatales en el sector minero.

En el año 2006 representan el 9% de los accidentes fatales en el sector minero.

En el año 2007 representan el 11% de los accidentes fatales en el sector minero.

En el año 2008 representan el 10% de los accidentes fatales en el sector minero.

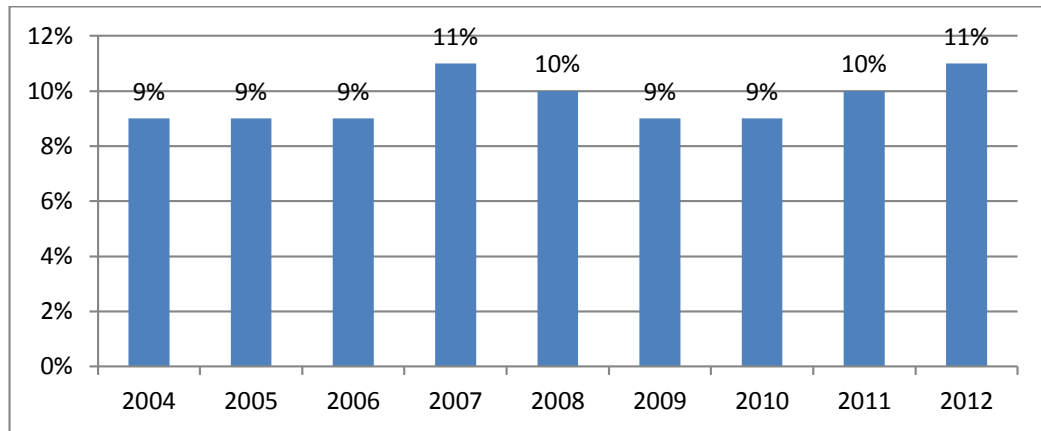
En el año 2009 representan el 9% de los accidentes fatales en el sector minero.

En el año 2010 representan el 9% de los accidentes fatales en el sector minero.

En el año 2011 representan el 10% de los accidentes fatales en el sector minero.

En el año 2012 representan el 11% de los accidentes fatales en el sector minero.

Grafico 2.1: Relación de accidentes fatales de tránsito con respecto al total de accidentes sucedidos en el Sector Minero.



Elaboración Propia, Fuente: Estadísticas Accidentes Fatales MINEM 2004-2012

Adicionalmente también se publica la lista de Incidentes por año donde los *Incidentes por Tránsito* se encuentran entre los 6 primeros lugares de más de 70 tipos de incidentes en el año. La estadística es solo general, en el aspecto de "Seguridad Vial" no especifica si los accidentes de tránsito son por vehículos, equipos pesados, dentro o fuera de la propiedad privada.

#### La Seguridad Vial en el marco legal del Sector Minero

En el *Reglamento de Seguridad y Salud ocupacional 2010 (D.S 055.2010 EM)* se menciona de forma breve los lineamientos básicos a cumplir en materia de Seguridad Vial.

#### **CAPÍTULO XXII: TRANSPORTE DE PERSONAL, Subcapítulo III - Transporte en Superficie:**

**Artículo 396º.-** El transporte de trabajadores en superficie se sujetará a las disposiciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Además, el titular minero elaborará un *Reglamento Interno de Transporte*, en el que se considerará básicamente:

- a) Las condiciones eléctricas y mecánicas y la comodidad del vehículo, su velocidad máxima y el número máximo de pasajeros permitido.*
- b) Que el conductor tenga, como mínimo, licencia de conducir profesional con categoría A II.*
- c) Las condiciones físicas y mentales del conductor.*
- d) Las características riesgosas de las vías.*

En ellas se refiere a la seguridad en el Vehículo, en el Conductor la capacitación y estados físicos y mentales y el medio donde se desarrolla la conducción que es la Vía y sus condiciones que presente.

Se sabe que el organismo supra sectorial en materia de transporte terrestre es el Ministerio de Transportes con lo cual se deben cumplir todas las disposiciones legales establecidas las cuales se mencionan los principales en el punto 2.2.1.

El marco legal establece los lineamientos mínimos a aplicar y cumplir para las empresas pero estas pueden incluir herramientas que mejoren el cumplimiento de acuerdo a las necesidades, tipo de actividades y riesgos de la empresa siempre y cuando sea acorde con los términos económicos.

En la Gestión de la Seguridad en el trabajo se tienen herramientas para realizar diagnósticos y estudios de los riesgos para ello se tienen las listas de verificación, las encuestas, uso de indicadores, los análisis de riesgos siendo este último uno de lo más promovidos en el sector minero.



### 2.3 El Análisis de Riesgos de Seguridad

**El análisis de riesgo**, también conocido como **evaluación de riesgo** o **PHA** por sus siglas en inglés *Process Hazards Analysis*, es el estudio de las causas de las posibles amenazas y probables eventos no deseados y los daños y consecuencias que éstas puedan producir.

Este tipo de análisis es ampliamente utilizado como herramienta de gestión en estudios financieros y de seguridad para identificar riesgos (métodos cualitativos) y otras para evaluar riesgos (generalmente de naturaleza cuantitativa).

El primer paso del análisis es identificar los activos a proteger o evaluar. La evaluación de riesgos involucra comparar el nivel de riesgo detectado durante el proceso de análisis con criterios de riesgo establecidos previamente.

La función de la evaluación consiste en ayudar a alcanzar un nivel razonable de consenso en torno a los objetivos en cuestión, y asegurar un nivel mínimo que permita desarrollar indicadores operacionales a partir de los cuales medir y evaluar.

Los resultados obtenidos del análisis, van a permitir aplicar alguno de los métodos para el tratamiento de los riesgos, que involucra identificar el conjunto de opciones que existen para tratar los riesgos, evaluarlas, preparar planes para este tratamiento y ejecutarlos.

Existen diferentes modelos para la Identificación de riesgos en el trabajo tales como el "*Análisis Histórico de Accidentes*", "*El What if*", "*El Análisis funcional de operatividad (HAZOP)*", los dos primeros son modelos que se pueden ser adaptables ya que el planteamiento será relativo al área que se quiere investigar, en el caso del método HAZOP se aplica para el sector de la industria química por ello para obtener una buena calidad de los resultados en la identificación de riesgos es necesario realizar una buena selección del modelo que dependerá de la

naturaleza de la organización, el tipo de industria y los tipos de actividades realizadas en el lugar de trabajo.

Las bases para realizar un análisis de riesgos de Seguridad dependen de información básica las cuales mencionamos las más importantes:

- Seleccionar el área de estudio.
- Diferenciar las actividades rutinarias y no rutinarias.
- Identificar los riesgos potenciales
- Determinar medidas preventivas para superar estos riesgos

El análisis de riesgos para la Seguridad en el trabajo se compone de 2 elementos para su materialización los cuales son la de identificar peligros de forma cualitativa y la de estimación de riesgos que puede darse en cualitativa o cuantitativa, siendo el ultimo el más usado. La Organización Internacional del Trabajo establece una lista de Riesgos Laborales que es ampliamente usada en los análisis de riesgos, los riesgos se detallan en el *Anexo A) Lista de Riesgos Laborales de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)*.

#### *Análisis de riesgos en el Marco Legal del Sector Minero*

En el *Reglamento de Seguridad y Salud ocupacional 2010 (D.S 055.2010 EM)* se menciona los lineamientos a cumplir para los análisis de riesgos como herramientas gestión de la seguridad en la empresa.

#### **CAPÍTULO VIII: Identificación de Peligros, evaluación y control de riesgos (IPERC)**

**Artículo 88º.-** *El titular minero deberá identificar permanentemente los peligros, evaluar y controlar los riesgos a través de la información brindada por todos los trabajadores en los aspectos que a continuación se indica, en:*

*a) Los problemas potenciales que no se previó durante el diseño o el análisis de tareas.*

- b) Las deficiencias de los equipos y materiales.*
- c) Las acciones inapropiadas de los trabajadores.*
- d) El efecto que producen los cambios en los procesos, materiales o equipos.*
- e) Las deficiencias de las acciones correctivas.*
- f) El lugar de trabajo, al inicio y durante la ejecución de la tarea que realizarán los trabajadores, la que será ratificada o modificada por el supervisor con conocimiento del trabajador y, finalmente, dará visto bueno el ingeniero supervisor previa verificación de los riesgos identificados y otros...*

Cabe resaltar el inciso d) menciona considerar para la evaluación los Cambios que pueden generarse en la organización ya sea por proceso productivo, materiales o equipos.

### **2.3.1 Un Análisis de Riesgos Viales para empresas**

Un modelo para el Análisis de Riesgos Viales para el trabajo se encuentra en un programa **“Prevención de los Riesgos Laborales Viales”** desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad Vial de España y la Fundación MAPFRE donde incluye la metodología enfocándose en prevenir pérdidas humanas y económicas un modelo diseñado para que encaja en el sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo de las empresas

El modelo incluye el concepto de los **Factores de Riesgos Laboral** que los considera como los elementos o condiciones que tienen relación con el trabajo y la persona y que puede representar riesgos de daño. Se consideran elementos tangibles.

- Factores Materiales y Tecnológicos
- Factores Físicos y Ambientales
- Factores Personales y Humanos
- Factores Organizativos y Funcionales

En base a ello definen 4 factores para la identificación de peligros viales:

El Factor Vías: Las condiciones o elementos relacionados con la carretera.

El Factor Ambiental: Las condiciones o elementos relacionados con el Clima.

El Factor Humano: Las condiciones o elementos relacionados con el Conductor.

El Factor Vehicular: Las condiciones o elementos relacionados con el vehículo.

Dentro de cada uno de los factores encontraremos peligros asociados

**Peligro vial:** Aquellos elementos o condiciones asociados a un factor de riesgo vial en la carretera que tiene un potencial de causar daño.

### **Evaluación de los Riesgos Viales**

**Riesgo vial (R):** es la combinación de la probabilidad, consecuencia y exposición que puede materializar un peligro vial.

Para evaluar el riesgo vial en la carretera vamos a considerar las variables de probabilidad, consecuencia y la exposición.

**Probabilidad (P):** De ocurrencia en que se manifieste un evento no deseado.

**Consecuencia (C):** La magnitud de daño ocurrido en un accidente de tránsito.

**Exposición (E):** Las veces que se expone al peligro o el tiempo de duración expuesto a un peligro en la vía.

El Riesgo Vial quedara definido por el producto de las variables de estimación:

$$R = (P) \times (C) \times (E)$$



### 2.3.2.1 Factor Vías

Para realizar la evaluación de los peligros de la vía tenemos que conocer básicamente las características del Diseño geométrico de la carretera. Las especificaciones técnicas y básicas que sirven para el diseño se encuentran en el **Manual de diseño geométrico para carreteras 2001 (DG-2001)** del Ministerio de Transportes.

En el diseño geométrico de la carretera se tienen datos muy importantes para el análisis de riesgos en seguridad vial tales como la pendiente, el radio de una curva, el ancho de la vía, el grado de inclinación de la vía (peralte) entre otros datos que son elementales para el diseño seguro de una carretera.

#### La Velocidad de diseño de acuerdo a la definición de la DG-2001

*“La velocidad directriz o de diseño es la escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.”*

La velocidad directriz es la que va a condicionar las características relacionadas con la seguridad de tránsito. Se relaciona directamente con el radio mínimo de una curva, distancias seguras de visibilidad de parada y adelantamiento entre otros.

La elección de la velocidad directriz depende del tipo de carretera, volúmenes de tránsito, la topografía de la zona, condiciones climáticas, funciones de la carretera entre otros.

#### La Visibilidad y distancias de visibilidad y frenado

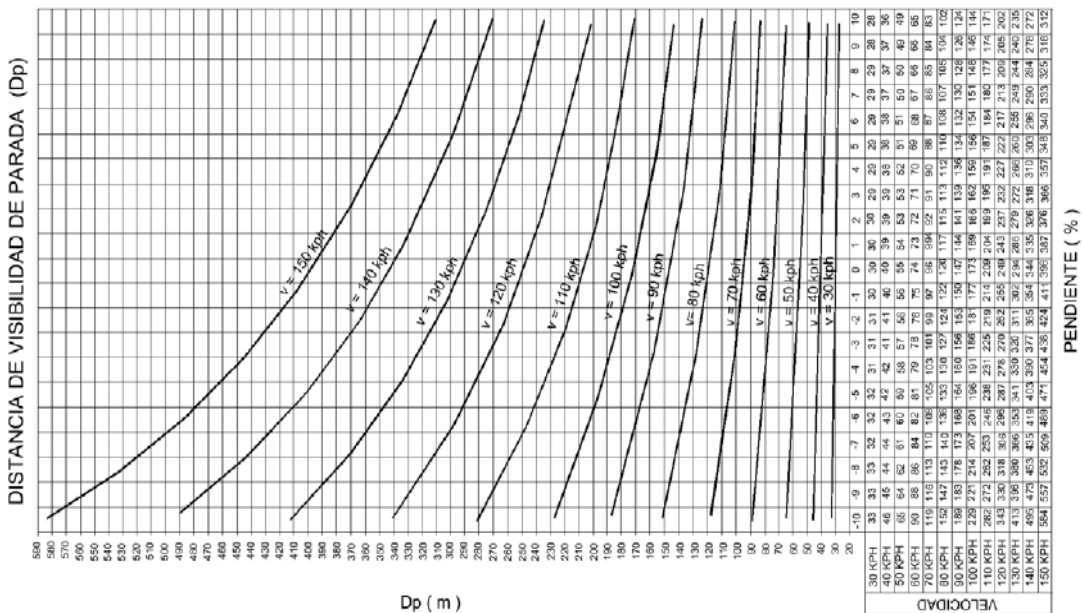
**Definición de la DG 2001:** *“Distancia de visibilidad:* es la longitud continua hacia delante del camino, que es visible al conductor del vehículo”.

En una carretera se deben considerar 2 distancias de seguridad para los vehículos las cuales son:

**Distancia de visibilidad de parada:** distancia segura y suficiente para detener un vehículo y evitar una colisión.

Grafico 2.3 Visibilidad de Parada

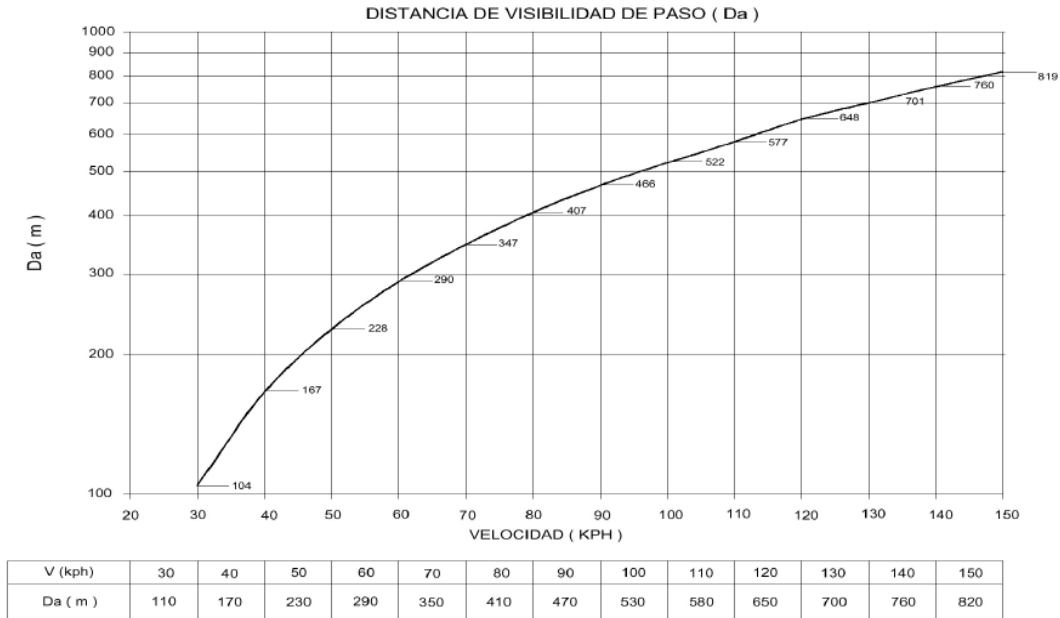
**DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA**



Fuente: Manual de diseño geométrico para carreteras (DG-2001)

**Distancia de visibilidad de paso (o de adelantamiento):** distancia segura para que un vehículo pueda realizar un adelantamiento a otro vehículo evitando una colisión.

Grafico 2.4 Visibilidad de Paso



Fuente: Manual de diseño geométrico para carreteras (DG-2001)

Uso de señales de velocidad máxima

De acuerdo al DG-2001: Si en una sección de carretera o camino resulta prohibitivo lograr la Distancia Mínima de Visibilidad de Parada correspondiente a la Velocidad de Diseño, se deberá Señalizar dicho sector con la velocidad máxima admisible, siendo éste un recurso extremo a utilizar sólo en casos muy calificados y autorizados por el MTC.

Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

Grafico 2.5: Señal velocidad máxima

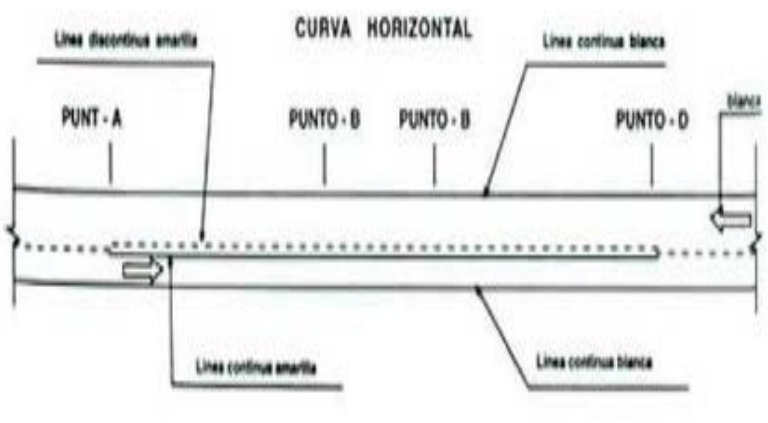





### Marcas en el Pavimento

El marcado de líneas que prohíben adelantar tiene por objeto el señalar aquellos tramos del camino cuya distancia de visibilidad es tal que no permite al conductor efectuar con seguridad la maniobra de alcance y paso a otro vehículo.

La línea continua indica que el vehículo no puede invadir el carril contrario

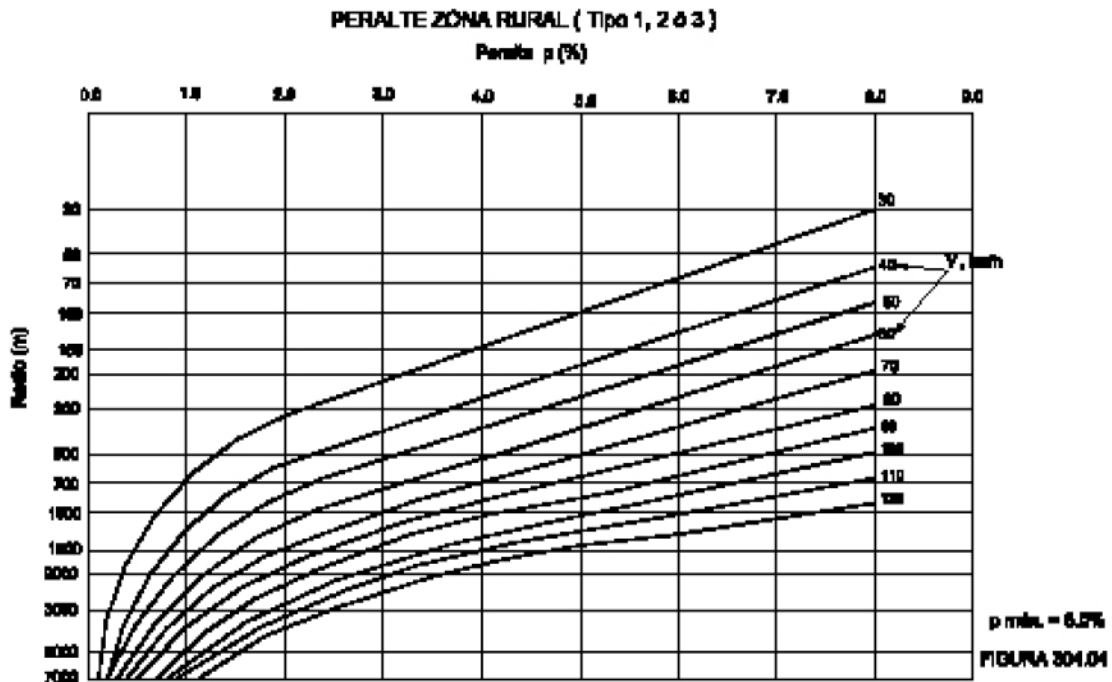
<p>Grafico 2.6: Marcas en el pavimento prohibido adelantar</p>  <p>Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras</p>	<p>Además se complementa con la señal de Prohibición de adelanto</p> <p>Grafico 1.11: Señal velocidad máxima</p>  <p><b>NO ADELANTAR</b></p>
---	---

### Las Curvas en la carretera

Es un punto muy importante para el diseño de una carretera, unos de los principales riesgos que enfrenta un vehículo cuando ingresa a una curva es el despiste saliéndose fuera de la carretera con riesgo de ocasionar un accidente de tránsito . Por ello para el diseño de curvas se consideran las variables de peralte, coeficiente de fricción entre pavimento-neumático y velocidad con la ingresa el vehículo a la curva.

**El Peralte:** Es la inclinación transversal de la plataforma en los tramos en curva.

Grafico 2.7 Peralte en zonas rurales



Fuente: Manual de diseño geométrico para carreteras (DG-2001)

A continuación mostramos la demostración para el cálculo del radio mínimo que debe tener una curva en función a la velocidad de diseño y coeficiente de fricción pavimento-neumático.

#### Análisis de estabilidad de vehículos en Curvas

El comportamiento de un vehículo al tomar una curva es, como consecuencia del sistema de fuerzas actuantes sobre el mismo, más inestable que cuando se halla circulando por línea recta. La principal diferencia entre ambas situaciones es la aparición en el primer caso de la fuerza centrífuga; esta fuerza ficticia no es más que consecuencia de la Ley de Inercia -primera ley de Newton-, ya que al tomar la curva el vehículo se halla constantemente cambiando su dirección. Para contrarrestar dicho efecto, se dota a la curva de un peralte o inclinación transversal.

Las fuerzas actuantes sobre el vehículo (Fig. 1) son las siguientes:

- Peso del vehículo (P): Fuerza vertical aplicada en el centro de masas del móvil,  $c$ , generada como consecuencia de la acción del campo gravitatorio terrestre. Puede expresarse en función de la aceleración de la gravedad,  $g$ , y de la masa del vehículo,  $m$ :

$$P = m \cdot g$$

Fuerza centrífuga ( $F_c$ ): Provocada por la variación en la dirección del vehículo dentro de la curva circular. Es proporcional a la aceleración normal,  $a_n$ , que depende de la velocidad a la que circula el vehículo,  $v$ , y del radio  $r$  de la curva. Su expresión matemática es la siguiente:

$$F_c = m \cdot a_n = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

Figura 2.1: Diagrama de fuerzas actuantes

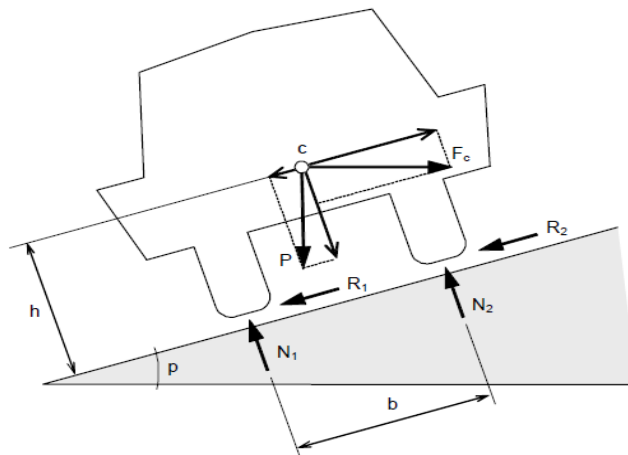


Fig. 1.- Diagrama de fuerzas actuantes sobre el vehículo en una curva

Fuente: La estabilidad del vehículo en las curvas: Aspectos geométricos y su influencia en el coeficiente de seguridad /TOMÁS JOVER, Roberto (1); BAÑÓN BLÁZQUEZ, Luis (2); FERREIRO PRIETO, Juan Ignacio

Fuerza de rozamiento (R): Fuerza pasiva producida por el contacto entre neumático y pavimento. Depende de la reacción normal a la superficie de contacto,  $N$ , y del coeficiente de resistencia al deslizamiento transversal,  $f_t$ . Su expresión matemática es la siguiente:

$$R = f_t \cdot N$$

Un vehículo al entrar a una curva puede presentar deslizamiento o vuelco:

Condición para Deslizamiento del vehículo

En este caso se estudia el movimiento del vehículo en el plano de rodadura, que coincide con la superficie del pavimento en contacto con el neumático. Planteando la ecuación de equilibrio de fuerzas en dicho plano, según el esquema expuesto en la Fig. 1, se obtiene la siguiente igualdad:

$$F_c \cdot \text{cosp} = R_1 + R_2 + P \cdot \text{senp}$$

Sustituyendo por las correspondientes expresiones equivalentes, anteriormente citadas:

$$m \frac{v^2}{r} \cdot \text{cosp} = f_t(N_1 + N_2) + mg \cdot \text{senp}$$

Teniendo en cuenta que para ángulos pequeños, puede hacerse la aproximación  $\text{senp} = \text{tanp} = p$ , por tratarse de infinitésimos equivalentes, y que  $\text{cosp} \approx 1$ , la anterior expresión queda simplificada:

$$m \frac{v^2}{r} = mgf_t + mgp$$

Cancelando la masa a ambos lados de la ecuación y trasladando el radio al otro miembro, quedará:

$$v^2 = rg \cdot (f_t + p)$$

Siendo ésta la condición de equilibrio de fuerzas horizontales en una curva circular.

Sin embargo, la condición de deslizamiento dependerá de los valores adoptados por el peralte y la velocidad de circulación del vehículo, pudiéndose dar un desplazamiento del vehículo hacia el exterior de la curva, provocado por una velocidad excesiva, por insuficiencia de peralte o por una baja adherencia neumático-pavimento, o por el contrario, un deslizamiento hacia el interior de la curva, ocasionado normalmente por un peralte excesivamente pronunciado (Tabla 1). De ambos casos, el primero es el más común.

#### Condiciones de deslizamiento en Curvas

Tabla 2.1: Casos de deslizamiento

<i>Caso</i>	<i>Premisa</i>	<i>Condición de deslizamiento</i>	<i>Causas</i>
Desplazamiento hacia el exterior	$p < \frac{v^2}{gr}$	$v^2 > rg \cdot (p + f_t)$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Velocidad excesiva</li> <li>- Peralte insuficiente</li> <li>- Baja adherencia</li> </ul>
Desplazamiento hacia el interior	$p > \frac{v^2}{gr}$	$v^2 < rg \cdot (p + f_t)$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peralte excesivo</li> <li>- Velocidad baja</li> </ul>

Fuente: La estabilidad del vehículo en las curvas: Aspectos geométricos y su influencia en el coeficiente de seguridad /TOMÁS JOVER, Roberto (1); BAÑÓN BLÁZQUEZ, Luis (2); FERREIRO PRIETO, Juan Ignacio

La velocidad depende del radio (r) de la curva, gravedad ( $g=9.8\text{m/s}^2$ ), coeficiente de fricción (f) pavimento-neumático y el peralte (p).

$$v^2 = rg \cdot (f_t + p)$$

Usando la formula anterior podemos despejar y calcular el radio el cual encontraremos en el **Manual de Diseño geométrico para carreteras (DG-2001)** en la **sección 402.04**.

**Sección: 402.04.02 Radios Mínimos Absolutos:** Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y de comodidad en el viaje.

Los radios mínimos para cada velocidad de diseño, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento, están dados por la expresión:

\*Considerando  $g: 9,8 \text{ m/s}^2$  y  $V$  en Km/h

$$R_m = \frac{V^2}{127 (P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Según la formula el **Radio de la curva** es directamente proporcional al **cuadrado de la Velocidad**, esto quiere decir que en curvas de radios grandes, la velocidad es mayor, y en curvas de radios pequeños la velocidad debe ser menor.

En el estudio se priorizara el análisis de las curvas que presentan los menores radios por ser las que requieren las menores velocidades de diseño seguras.

En las tablas 402.01g del **Manual de Diseño geométrico para carreteras (DG-2001)**:

Se muestran los radios mínimos y peraltes máximos para el diseño en función de la velocidad de diseño.

Tabla 2.2: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS PARA DISEÑO DE CARRETERAS.					
Ubicación de la Vía	Velocidad dediseño (Kph)	$p$ máx%	$f$ máx	Radio calculado(m)	Radio Redondeado(m)
Área Urbana (Alta Velocidad)	30	4,00	0,17	33,7	35
	40	4,00	0,17	60,0	60
	50	4,00	0,16	98,4	100
	60	4,00	0,15	149,2	150
	70	4,00	0,14	214,3	215
	80	4,00	0,14	280,0	280
	90	4,00	0,13	375,2	375
	100	4,00	0,12	835,2	495
	110	4,00	0,11	1108,9	635
	120	4,00	0,19	872,2	875
	130	4,00	0,08	1108,9	1110
	140	4,00	0,07	1403,0	1405
	150	4,00	0,06	1771,7	1775
Área Rural (con peligro de Hielo)	30	6,00	0,17	30,8	30
	40	6,00	0,17	54,8	55
	50	6,00	0,16	89,5	90

Tabla 2.2: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras (**continuación.**)

		60	6,00	0,15	135,0	135
		70	6,00	0,14	192,9	195
		80	6,00	0,14	252,9	255
		90	6,00	0,13	437,4	335
		100	6,00	0,12	560,4	440
		110	6,00	0,11	755,9	560
		120	6,00	0,09	950,5	755
		130	6,00	0,08	1187,2	950
		140	6,00	0,07	1476,4	1190
		150	6,00	0,09	755,9	1480
Area (Tipo ó 3)	Rural	30	8,00	0,17	28,3	30
	1,2	40	8,00	0,17	50,4	50
		50	8,00	0,16	82,0	85
		60	8,00	0,15	123,2	125
		70	8,00	0,14	175,4	175
		80	8,00	0,14	229,1	230
		90	8,00	0,13	303,7	305
		100	8,00	0,12	393,7	395
		110	8,00	0,11	501,5	505
		120	8,00	0,09	667,0	670
		130	8,00	0,08	831,7	835
	140	8,00	0,07	1028,9	1030	
	150	8,00	0,06	1265,5	1265	
Area (Tipo 3 ó 4)	Rural	30	12,00	0,17	24,4	25
		40	12,00	0,17	43,4	45
		50	12,00	0,16	70,3	70
		60	12,00	0,15	105,0	105
		70	12,00	0,14	148,4	150
		80	12,00	0,14	193,8	195

Fuente: Manual de diseño geométrico para carreteras (DG-2001)

### Elementos presentes en bordes de la Vía

*Guardavías metálicas:* elementos que sirven para evitar la salida del vehículo fuera de la vía o en caso de accidente reducir la consecuencia en cuanto a daños al vehículo y personal dentro del mismo.

Foto 2.1: Guardavía metálica.





*Postes delineadores:* Elementos que según la peligrosidad o condición de la carretera requieren ser resaltados para advertir al usuario de la presencia de los mismos, sirve para guiar e indicar al conductor del vehículo la trayectoria de la carretera.

Foto 2.2: Poste delineador



*Tachas delineadores retro reflectantes:* Las tachas son elementos de guía óptica, de tipo están fijadas a la calzada, capaces de reflejar la luz incidente por medio de reflectores, que tienen por finalidad remarcar o delinear segmentos de vía según la peligrosidad o condición de la carretera. Guía al conductor del vehículo a mantenerlo en su carril.

Foto 2.3: Tachas delineadoras en centro y borde de la vía



### 2.3.2.2 Factor ambiental

Las condiciones climáticas en la carretera. Es externo constante e independiente al conductor.

#### a) Nieblas o neblinas

**Definición:** En realidad, es una nube tan baja que toca el suelo. La niebla está constituida por gotitas de agua tan microscópicas que flotan en el aire, reduciendo la visibilidad tanto cuanto más juntas están más espesa es la misma. La niebla se forma al enfriarse el aire que está en contacto con la tierra o el mar. Al igual que las nubes, una masa de aire cálido y húmedo se enfría alcanzando el punto de rocío, es decir a la temperatura en que queda saturado, el exceso de vapor se condensa en gotitas de agua gracias a los núcleos de condensación.

Riesgo asociado: Disminuye la visibilidad durante la conducción.

#### b) Precipitaciones

**Definición:** La precipitación puede, producirse por la caída directa de gotas de agua o de cristales de hielo que se funden, las gotas son mayor cuanto más alta está la nube que las forma y más elevada es la humedad del aire, ya que se condensa sobre ellas el vapor de las capas que van atravesando. Además, durante el largo recorrido, muchas gotas llegan a juntarse, fenómeno que también se presenta en los cristales de hielo.

Riesgo asociado: pérdida de adherencia neumático-pavimento con consecuente pérdida de estabilidad del vehículo.

### 2.3.2.3 Factor Humano: El Conductor, peatón y pasajeros

El factor humano es un elemento importante en la Conducción ya que puede controlar su propio riesgo durante la conducción basado en la toma de decisiones para ello es necesario que el Conductor del vehículo no solo conozca las normas de seguridad establecidas en la conducción sino que demuestre actitud para el cumplimiento de las mismas.

El cuerpo humano es una maquina biológica, física y psicológica que debe tener un rendimiento óptimo durante la conducción. La disminución del rendimiento muchas veces afecta la capacidad de conducir lo cual puede generar accidentes de tránsito. Uno de los fenómenos observables más conocidos es la fatiga el cual en muchos casos provoca la pérdida de reflejos durante la conducción.

A continuación vamos a exponer algunas situaciones que pueden debilitar dicho factor humano y hacer que disminuya la seguridad del conductor durante la conducción.

\* **La falta de concientización y cultura preventiva:** Un individuo puede estar muy bien capacitado y entrenado conociendo las normas de circulación pero si no tiene una concientización sobre la seguridad vial este omitirá acciones preventivas.

\* **Falsa percepción del riesgo:** El conductor asume su propio tipo de riesgo de percepción que muchas veces puede estar lejos del riesgo real lo que puede incrementar el riesgo de accidente, esta relación depende de la experiencia, edad, tipo de conductor, etc.

\* **La fatiga:** la fatiga es un proceso patológico de agotamiento y sufrimiento físico, psíquico o psicofisiológico, derivado del sobreesfuerzo físico o psíquico, que se traduce por múltiples efectos y uno de ellos es la inducción del sueño para combatirla.

\* **El sueño:** Dormir es una de las necesidades primarias de las más importantes que tiene el ser humano. La falta de descanso afecta negativamente a la capacidad de reacción y dificulta el

mantenerse atento en la conducción. Los efectos inmediatos son una disminución de los reflejos, y una relajación de los músculos, llegando incluso a veces a producirse leves temblores en las manos y en las piernas. Otro de los efectos de la falta de sueño es la disminución de la agudeza visual, provocando una visión borrosa y potenciando una mayor fatiga y cansancio ocular.

**\*Elementos de dopaje:** aquellos que menoscaban el equilibrio del conductor pueden ser bebidas alcohólicas, fármacos tranquilizantes, drogas.

*Código Penal peruano (art. 274) el límite de alcohol en la sangre es de 0,25gr/Lt.*

**\* Incapacidad física:** es cuando un conductor no se encuentra con facultades plenas físicas para conducir un vehículo, por ejemplo lesión pasiva o activa en el brazo, las piernas, la vista u otro que le demande esfuerzo y le impida realizar un manejo adecuado está elevando la condición de riesgo de accidente.

**\* Elementos publicitarios:** en la vía pueden ser objeto de distracción del conductor

**\* Presencia de animales:** estos pueden cruzar la vía de forma sorpresiva, ejemplo: cruce de animales: conejos de la Patagonia en carreteras de argentina, chile y sur del Perú.

**\* Conductores temerarios:** El conductor de un vehículo debe tener muy en cuenta que en la vía encontrara conductores que no cumplen las reglas de velocidad, adelantamiento con poca distancia, mal uso de las luces y bocinas entre otros.

#### **2.3.2.4 Factor Vehículos**

En el factor vehicular se analiza 2 elementos para la seguridad vehicular

*Elementos de seguridad activa:* Cumplen la función de disminuir la probabilidad de generar un accidente de tránsito

*Elementos de seguridad pasiva:* Cumplen la función de evitar o disminuir la consecuencia de daños en un accidente de tránsito.

Cualquiera de los siguientes elementos que no se encuentre en un correcto estado de funcionamiento elevara el riesgo de generar un accidente de tránsito en la carretera.

### Elementos de seguridad activa

Son aquellos elementos que ayudan a reducir la probabilidad de que ocurra un accidente de tránsito. Entre los principales tenemos los siguientes:

#### *Los neumáticos*

Figura 2.2 Neumáticos



Actúan como colchón amortiguador de las irregularidades de la carretera, asegurando el confort del conductor y de los pasajeros.

Participan en tres aspectos fundamentales como son: estabilidad, suspensión y frenada.

Las ruedas son el último eslabón de transmisión de movimiento en el vehículo y su punto de apoyo en el suelo.

Problemas con los neumáticos:

Los problemas más comunes son por desgastes:

Una presión de inflado excesiva y a una presión no adaptada a la utilización.

Una presión de inflado insuficiente, bajo inflado y utilización en sobrecarga

Desgaste anormal rápido en uno de los lados del neumático son debidas a un paralelismo incorrecto entre los neumáticos traseros.

### *La Dirección del vehículo*

Figura 2.3 Dirección del vehículo



Orienta las ruedas a voluntad del conductor, con precisión y suavidad, e influye directamente en la estabilidad del vehículo.

Orienta las ruedas a voluntad del conductor, con precisión y suavidad, e influye directamente en la estabilidad del vehículo.

Si la dirección es asistida, el esfuerzo sobre el volante se reduce muy considerablemente a través de un sistema hidráulico que realiza la mayor parte del trabajo necesario para girar la dirección.

Los problemas:

Deformación de los elementos de la dirección por modificación de los ángulos y cotas de la geometría de la dirección, originado por golpes bruscos en las ruedas.

La falta de lubricante, mala presión o desgaste excesivo de los neumáticos, el mal estado de los amortiguadores o el desgaste de los propios mecanismos de dirección son elementos que perjudican seriamente a la dirección del vehículo.

Otro indicador de que hay problemas con el funcionamiento de la dirección es cuando esta se vuelve dura, inestable o hace ruidos extraños.

### ***La Suspensión***

Figura 2.4 Suspensión del vehículo



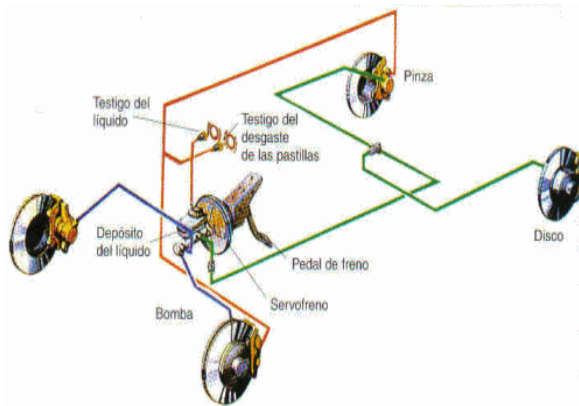
Sirve para dar comodidad al vehículo, disminuyendo la transmisión de irregularidades del terreno al habitáculo y favoreciendo el agarre del coche al suelo y, por tanto, su estabilidad. Los amortiguadores son los mecanismos que proporcionan seguridad y confort durante la conducción y que aportan estabilidad al vehículo.

La forma de absorber las irregularidades la podíamos clasificar en:

- Mecánica. En este caso los desplazamientos de las ruedas son absorbidas por muelles.
- Hidráulica. En este caso los conjuntos hidráulicos soportan los desplazamientos de las ruedas.
- Hidroneumática. Aquí tenemos la acción combinada de un líquido y un gas, para soportar los desplazamientos de las ruedas.

## Los Frenos

Figura 2.5 Sistema de frenos vehicular



Es el mecanismo encargado de aminorar la marcha del vehículo o detenerle mediante el rozamiento o fricción del tambor o disco con las zapatas o pastillas.

Según el sistema de accionamiento, se clasifican como:

- Mecánico
- Hidráulico
- Neumático
- Eléctrico

Los problemas:

Entre las fallas más comunes que más se presentan en el sistema de frenos de un vehículo nos encontramos ante la situación de que éstos frenen muy poco, esto puede deber ser a diferentes causas como pastillas o balatas desgastadas, insuficiente cantidad de líquido de frenos, mal estado de las superficies de balatas, los discos o tambores deteriorados, mal funcionamiento del servofreno con el pedal duro, un agarrotamiento de pistones o bien un la bomba de frenos en mal estado.

La presencia de vibraciones durante el frenado indican que los discos o bien tambores estén deformados, oxidados o en mal estado, rodamientos sueltos, pastillas engrasadas o componentes de la suspensión en mal estado.



Si notamos que el pedal de freno tiene poca resistencia al ser pisado esto puede indicar a falta de suficiente líquido de frenos en el circuito, aire en el circuito hidráulico o bien el uso de un líquido inadecuado.

Un sistema de frenos en mal estado causará un aumento de la distancia de frenado y restará Seguridad en la conducción del vehículo.

### *Los amortiguadores*

Figura 2.6: Amortiguadores



El amortiguador es un elemento fundamental de la suspensión cuya función es una incógnita para numerosos conductores. Erróneamente, muchos piensan que son los encargados de absorber las irregularidades del terreno. Sin embargo, esta función está reservada a los componentes elásticos de la suspensión, como son los muelles, brazos, barras o ballestas. La tarea que cumple el amortiguador es la de controlar los movimientos que producen estos componentes elásticos.

Un automóvil sin amortiguadores tardaría cientos de metros en parar de oscilar arriba y abajo tras pasar por un bache, lo que haría imposible su conducción. Su influencia directa sobre el comportamiento del automóvil hace de los amortiguadores un componente vital para la seguridad, especialmente cuando se realizan maniobras de emergencia que fuerzan las capacidades dinámicas del automóvil. Por eso conviene recordar que se trata de un componente que está sometido a un desgaste, y por lo tanto debe ser inspeccionado y sustituido de manera periódica.

### *El alumbrado de vehículos*

Facilita la visión del conductor así como el ser visto.

Un pequeño cálculo constata la importancia de las luces en un vehículo. A una velocidad de 90 km/h, un coche recorre unos 25 metros cada segundo. Si, por alguna razón, el alumbrado no ilumina de forma adecuada, el conductor puede descubrir un obstáculo con medio segundo de retraso.

#### *Los problemas por mal alumbrado:*

Un mal alumbrado genera una mala visibilidad, situación que incrementa la fatiga visual del conductor.

El mal estado del alumbrado provoca dificultad de visión para los otros conductores.

El mal estado de la pantalla protectora, ya que si esta está sucia o deteriorada, la distancia de alumbrado se reduce. Una capa de polvo puede reducir su eficacia hasta en un 10%.

#### *Los problemas por deslumbramiento:*

Los Deslumbramientos reducen la visión del conductor durante unos segundos lo cual puede hacerle perder el control de la ubicación de su vehículo.

### *El Limpiaparabrisas*

Barre el agua y la suciedad de la luna favoreciendo con ello una mejor visión, para lo que es necesario mantener las escobillas en buen estado de funcionamiento.

Los problemas:

Circular con las escobillas en mal estado puede reducir la visibilidad entre un 20% y un 30% con lluvia.

El Deterioro por exposición a los rayos solares hace que el caucho, material con el que se elaboran, pierda flexibilidad y capacidad para evacuar el agua.

Otro factor de deterioro es por la acumulación de agua y por la cantidad de insectos o suciedad a eliminar.

### Elementos de seguridad pasiva

Llamados así ya que su función es ayudar a disminuir la consecuencia de daño en caso de accidente de tránsito, que las lesiones y daños sean las menores posibles, entre ellos tenemos.

**El cinturón de seguridad:** Es un arnés diseñado para sujetar a un ocupante de un vehículo si ocurre una colisión y mantenerlo en su asiento. Ayudan a que el conductor mantenga el control, disminuyendo la posibilidad de una colisión adicional. Evitan que los ocupantes sean expulsados.

Las consecuencias de no usar el cinturón de seguridad en un accidente de tránsito:

Ocurre el "impacto humano" los ocupantes se golpean con partes duras e implacables del interior del vehículo (el volante, el parabrisas, el techo) o con otros ocupantes.

Los ocupantes que no llevan puesto el cinturón de seguridad también pueden ser expulsados del vehículo; este es uno de los eventos más perjudiciales que sucede durante un choque.

**El airbag o bolsas de aire:** Son globos de aire que se inflan con una explosión de energía.

Las bolsas de aire están diseñadas para utilizarse junto con los cinturones, no para sustituirlos. Esto se debe a varios motivos. Por ejemplo, si su automóvil tiene bolsas de aire frontales, solo

se activa en determinados tipos de choques. Así que, si un vehículo colisiona con el costado de su automóvil, la bolsa de aire frontal no se inflará. Pero, la utilización del cinturón de seguridad puede mantenerlo seguro y protegerlo de lesiones. Además, si tiene un accidente y se activa la bolsa de aire, el dispositivo se desinflará rápidamente. Así que, a diferencia del cinturón de seguridad, la bolsa de aire no podrá seguir protegiéndolo si se produce una serie de colisiones.

Conociendo los problemas que se presentan en la Seguridad Vial planteamos la siguiente Hipótesis.

#### **2.4 Planteamiento de la Hipótesis**

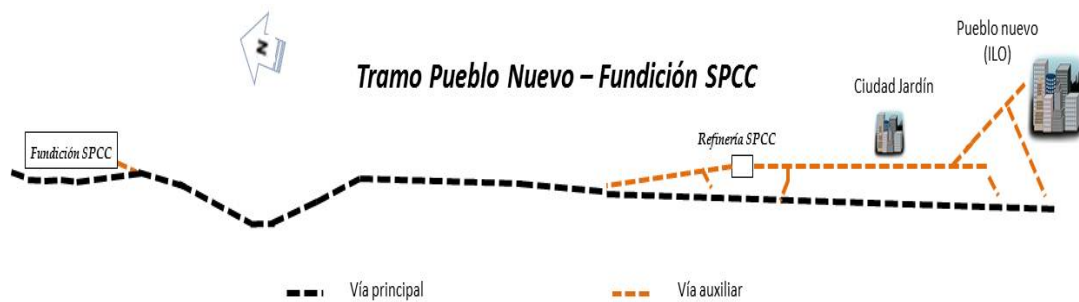
Los niveles de Riesgos Viales de los peligros de la Vía a identificar en la nueva carretera Costanera: Tramo Ciudad Nueva (ILO) – Fundición ILO pueden representar en el tiempo pérdidas económicas y humanas de mayor impacto para los Conductores que usan la vía.

## **CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DEL AMBITO DE ESTUDIO Y DEL ENTORNO**

### 3.1 Ámbito de estudio

La zona de estudio comprende 3 partes tomando como punto de inicio el ingreso la carretera Costanera en el Km 90+800 donde se encuentra el ingreso principal a Pueblo Nuevo, luego comprende la carretera Costanera para luego finalizar en la carretera Costanera en el Km 76+350 donde se encuentra la garita del lado norte de la Fundación SPCC. A continuación presentaremos una breve descripción de los elementos principales de la zona de estudio.

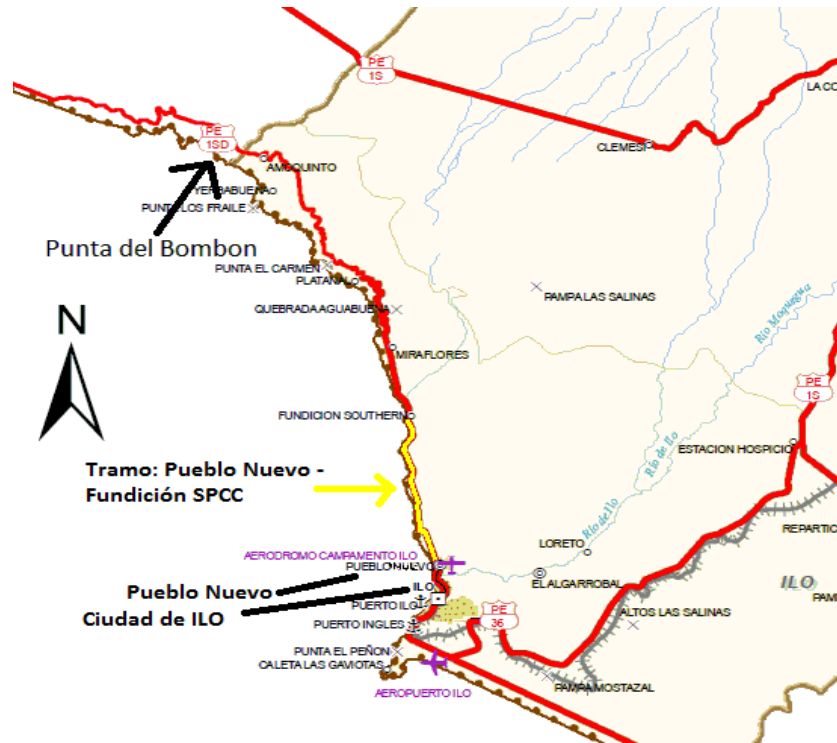
Grafico 3.1: Tramo de estudio carretera costanera (Km 76 al Km 91)



#### 3.1.1 Carretera costanera en el tramo Pueblo nuevo - Fundación ILO (Km 90+800 a Km 76+350)

La carretera "Costanera" es la vía nacional 001S-A alterna a la actual vía Panamericana Sur (vía 001S). Esta carretera recorre la costa de los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna. Se inicia a partir de la carretera Panamericana Sur en el punto llamado "División Quilca" que se ubica (viniendo de norte a sur) a unos kilómetros después de la ciudad de Camaná y unos cuantos kilómetros antes del pueblo de Quilca propiamente dicho. En su recorrido pasa por diversos pueblos y ciudades portuarias de la costa sur peruana, llámense Camaná, Quilca, Matarani, Mollendo, **Punta de Bombón, Ilo**, hasta alejarse de la costa y llegar a la ciudad de Tacna.

Grafico 3.2: Carretera Costanera Tramo Punta del Bombón – LO



Fuente: Mapa de Red Vial – MTC (Se ha incluido nombres de Pueblo Nuevo, Punta del Bombón, Ciudad de ILO y Fundación SPCC)

Actualmente el tramo **Punta del Bombón – ILO** ha sido parte de un proyecto de rehabilitación realizado por el consorcio Obrainsa-SVC, cuya obra consistió en la construcción de una vía nueva a nivel de asfalto con una longitud de 91.5 Km en un trazo paralelo a la franja costera, la misma que formará parte del eje Panamericana sur. En las regiones Arequipa y Moquegua. Esta obra es de especial trascendencia ya que constituirá una vía del eje interoceánico Perú – Brasil para que se tenga acceso directo a los puertos de Ilo y Matarani. Las obras culminaron en el mes abril del 2012, con la inauguración de la carretera realizada por el presidente de la república el 18 de mayo.

Tramo III: Punta de Bombón-Fundición (78 Km.) y **Fundición-Ciudad Jardín-Ilo** (25,1 Km.), construcción y mejoramiento a nivel de carpeta asfáltica de 7,5 cm y 10 cm., respectivamente,

ubicado en las Regiones de Arequipa y Moquegua. Se encuentra incluido el tramo Pueblo Nuevo – Fundición de ILO el cual es parte de la evaluación del presente estudio.

A continuación mostramos en resumen los datos técnicos de la carretera.

Datos técnicos de la carretera Costanera

**CARRETERA CAMANÁ – DV. QUILCA – MATARANI – ILO – TACNA: TRAMO PUNTA BOMBÓN – FUNDICIÓN ILO**

- **Tiempo de viaje estimado:** 1½hrs.

- **Clasificación de vías**

**Según su función y servicio**

Red Vial Primaria (Sistema Nacional)

**Según la demanda**

2da. Clase (IMDA 400 y 2000 vehíc./día). Km 0+000 – Km 78+500

1ra. Clase (IMDA > a 2000 veh/día). Km 78+500 – Km 91+598.25

- **Tipo de Pavimento:** Carpeta asfáltica MAC, e=3”

- **Ancho de la Calzada:** 6.60 m, 7.00 m y 7.20 m

- **Ancho de Bermas a cada lado:** 1.20 m, 1.50 m y 1.80 m

- **Pendiente Máxima:** 8 %

- **Ancho de Cuneta:** 0.60 m

- **Altura de cuneta:** 0.30 m

- **Peralte Máximo:** 8%

- **Máximo Sobre ancho:** 1.40 m

- **Bombeo de la calzada:** 2.0%

Velocidad Directriz y Radios Mínimos

Velocidad (km/hr) Radio Mínimo



90 (zonas planas) 305

70 (zonas planas) 175

50 (zonas accidentadas) 85

*Fuente: Ayuda memoria AYUDA MEMORIA CARRETERA CAMANÁ – DV. QUILCA – MATARANI – ILO – TACNA  
TRAMO PUNTA BOMBÓN – FUNDICIÓN ILO*

El tramo de estudio comprende desde el Km 90+800 Pueblo nuevo hasta la Fundición de ILO  
Km 76+350 aproximadamente unos 15 Km además la clasificación de la vía es de tipos rural.

Grafico 3.3: Tramo Pueblo Nuevo- Fundición SPCC marcado de rojo



### 3.1.2 La Fundición SPCC

El complejo industrial de la Fundición de ILO es una de las 3 unidades económicas administrativas que opera la empresa minera Southern Peru Copper Corporation productora de cobre, está ubicado en la parte sur del Perú a unos 17 kilómetros al norte de la Ciudad de ILO en el departamento de Moquegua. El acceso por vía aérea es vía Lima – Tacna (1:30 horas) y luego por carretera Tacna – ILO (2 horas). La Ciudad minera de ILO es capital de la provincia de ILO, ubicada en la costa sur del pacifico dista de la ciudad de Moquegua unos 87 km aproximadamente con un tiempo estimado de una hora de viaje.

La empresa además cuenta con las unidades de Cuajone y Toquepala ubicadas en Moquegua y Tacna respectivamente que cumplen una primera parte del procesamiento de los concentrados para luego ser transportados carros de ferrocarril a la unidad de ILO que no solo cuenta con la fundición sino también con una Refinería, (a solo 10 minutos al norte de ILO) para fabricar los cátodos de cobre y un puerto ubicado en la misma ciudad para el desembarque de la producción y llegada de suministros.

Foto 3.1: Edificio ISAsmelt Fundición de ILO



### La Refinería

En la Refinería se encuentran las instalaciones que realizan el proceso para la producción de cátodos de cobre, recepcionando los ánodos producidos en fundición, cuenta con una planta electrolítica, una planta de metales preciosos e instalaciones auxiliares para el adecuado proceso, produciendo cátodos de cobre con un 99,998% de pureza. Además produce otros metales en baja proporción en la planta de metales preciosos, como plata refinada, oro refinado y selenio comercial.

### **3.1.3 Ciudad de ILO**

La ciudad de Ilo se localiza políticamente en la Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua con una población al 2007 aproximada de 67780 habitantes (Compendio de estadística de la provincia de ILO.), la accesibilidad es a través de la Panamericana Sur, la carretera costanera en ejecución y la vía marítima. Ilo es uno de los poblados más importantes del Departamento de Moquegua. Su clima es cálido y desértico, la temperatura es alta durante los meses de verano y relativamente baja en el invierno, las precipitaciones son leves y escasas, que se produce en forma de lloviznas durante los meses de invierno.

### Pueblo Nuevo - Pacocha

Pueblo Nuevo es uno de los distritos de la ILO ubicada al norte de la ciudad a tan solo 10 min. En movilidad particular, es el distrito minero de la ciudad ya que se ubican los edificios de alojamiento para los trabajadores que hace algún tiempo fueron propiedad de la empresa, pero que después fueron cedidos a los trabajadores. En la actualidad el distrito ha sufrido muchos cambios se han realizado nuevas construcciones modernizando el distrito siendo una mezcla de edificios de alojamiento con construcciones modernas lo cual lo convierte en un distrito moderno y urbano.

Grafico 3.4: Vista aérea Ciudad de ILO y ubicado al norte el distrito de Pueblo Nuevo.



Foto 3.2: Vía principal de entrada al distrito de Pueblo Nuevo, se observa los bloques de alojamiento al lado izquierdo.



### **3.2 Cantidad y tipos de vehículos que se desplazan en la zona de estudio: Tramo Punta del Bombón - ILO**

Es necesario conocer los tipos de vehículos que se desplazan por la zona de estudio ya que será información valiosa para el análisis de riesgos viales.

La clasificación de vehículos según su tamaño y número de líneas de rotación (ejes) es de acuerdo al Reglamento Nacional de Vehículos, Decreto Supremo N° 058-2003-MTC.

Vehículos	:	Automóvil, camioneta, camionetas rurales (combi), pick-up, SUV 4x4 y Micro Livianos pequeño.
Bus	:	Micros y Buses de 2, 3 y 4 ejes
C2	:	Camión de 2 ejes (2 ejes simples)
C3	:	Camión de 3 ejes (1 eje simple y 1 eje doble)
T2S1 (2S1)	:	Semitrayler (3 ejes simples)
T2S2 (2S2)	:	Semitrayler (3 ejes, 2 simples y 1 eje doble)
T2S3 (2S3)	:	Semitrayler (3 ejes, 2 simples y 1 eje triple)
T3S2 (3S2)	:	Semitrayler (3 ejes, 1 simples y 2 ejes dobles)
T3S3 (3S3)	:	Semitrayler (3 ejes, 1 simple, 1 eje doble y 1 eje triple)
C3R2 (3T2)	:	Trayler (Camión C2+carreta de 2 ejes simples)
C3R3 (3T3)	:	Trayler (Camión C2+carreta de 2 ejes, uno simple y otro doble)

De los estudios de Tráfico de la carretera Costanera en el tramo se tienen los datos de las siguientes estaciones:

Tabla 3.1 Estaciones de estudio de tráficos

<b>Estación</b>	<b>Tramo</b>	<b>Ubicación</b>
<b>E2</b>	<b>Carretera Costanera Sur Fundición Southern - Ilo</b>	<b>A 200 metros del ingreso a Pueblo Nuevo (ILO)</b>
<b>E3</b>	<b>Carretera Costanera Sur Punta de Bombón – Fundición Southern</b>	<b>A 200 metros del Puesto de Control de Southern</b>

Estación E2 en el tramo Pueblo Nuevo – Fundición ILO (dentro del tramo de estudio Km 78 a Km91)

El Flujo actual en la vía es fundamentalmente por vehículos ligeros que hacen la ruta Ilo – Refinería – Fundición Southern, de manera eventual algunos vehículos pesados de empresas contratistas vinculadas a la empresa minera y una sola empresa de transporte de pasajeros que brinda entre Ilo y Mollendo por esta tramo. Los camiones que circulan lo hacen con la finalidad de brindar apoyo logístico a la empresa minera desde y hacia Ilo. Los insumos, materiales, combustibles y productos resultantes del proceso de refinamiento y fundición son transportados por el ferrocarril privado que circula paralelo sin cruce a nivel con la carretera costanera.

Estación E3 de Fundición a Punta del Bombón (saliendo del tramo de estudio Km 78 a Km 0 a punta del Bombón)

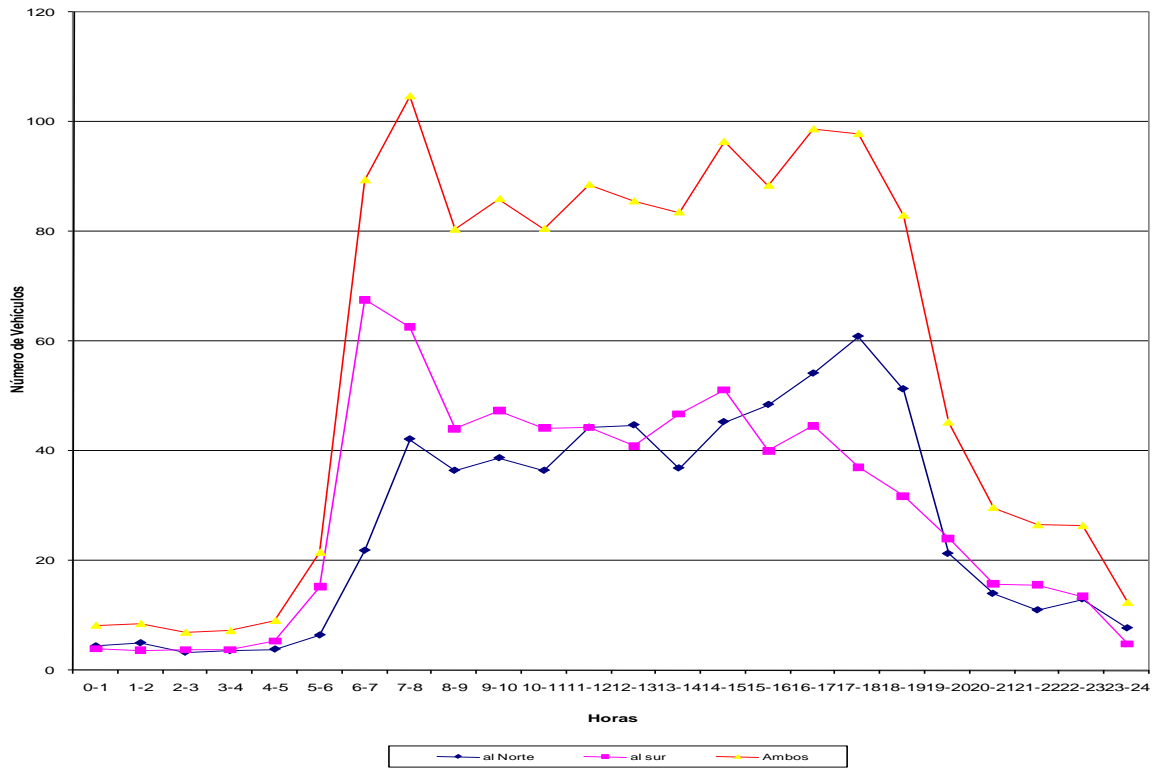
El Flujo actual en la vía es muy escaso y es fundamentalmente por vehículos ligeros que hacen la ruta Punta de Bombón - Ilo, obviamente pasando previamente por el tramo de estudio, de

manera eventual algunos vehículos pesados y una sola empresa de transporte de pasajeros que brinda entre Ilo y Mollendo por este tramo.

A continuación se muestran los datos del tráfico vehicular en cada una de las estaciones:

- **Variación Horaria del Promedio Vehicular**
- **Clasificación Vehicular Promedio**
- **Índice Medio Diario Anual (IMDA):** El IMDA es una medida de tránsito fundamental que se utiliza para determinar los Kilómetros - vehículo recorridos en las diferentes categorías de los sistemas de carreteras rurales y urbanas.

**Gráfico 3.5 Variación Horaria del Promedio Vehicular – Estación E2**



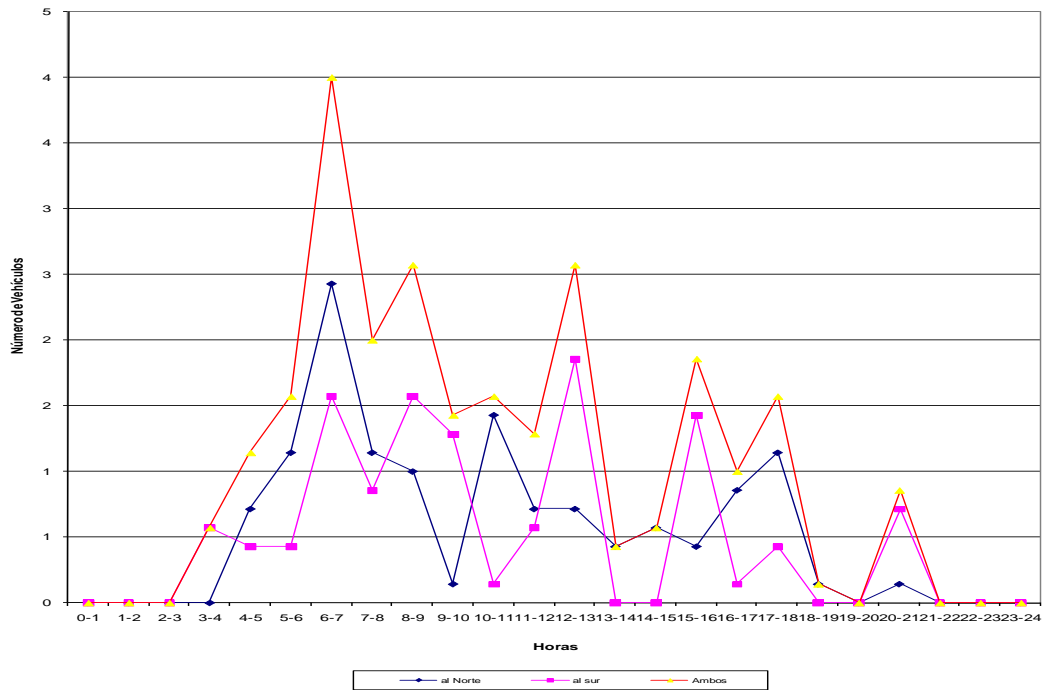
Fuente: Informe de Tráfico del “Estudio Definitivo de la Carretera Camana – Dv. Quilca – ILO – Tacna tramo: Punta del Bombón – Fundición – ILO”

**Tabla 3.2 Clasificación Vehicular Promedio – Estación E2**

Vehículos Ligeros	1,082	79.22%
Micros	40	2.95%
Ómnibus	13	0.98%
Camiones 2 Ejes	144	10.57%
Camiones 3 y 4 Ejes	58	4.15%
Semi Trailer	29	12.13%
Trailers	0	0.01%
<b>TOTAL</b>	<b>1,366</b>	

**Índice Medio Diario Anual (IMDA) – Estación E2: 1349 vehículos/día**

**Gráfico 3.6: Variación Horaria del Promedio Vehicular – Estación E3**





Fuente: Informe de Tráfico del "Estudio Definitivo de la Carretera Camana - Dv. Quilca – ILO – Tacna tramo: Punta del Bombón – Fundición – ILO"

**Tabla 3.3 Clasificación Vehicular Promedio – Estación E3**

Vehículos Ligeros	13	53.97%
Micros	0	0.00%
Ómnibus	4	15.91%
Camiones 2 Ejes	3	10.23%
Camiones 3 y 4 Ejes	0	0.00%
Semi Trailer	5	18.89%
Trailers	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	

Índice Medio Diario Anual (IMDA) - EstaciónE3: **25 vehículos/día**

# **CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS**

#### **4.0 Metodología y Materiales**

La presente tesis es del tipo de Investigación descriptiva.

Unidad de análisis: La Carretera Costanera en el tramo Pueblo Nuevo (Km 90) – Fundición ILO (Km 76).

Población: Vehículos que se desplazan frecuentemente en la carretera Costanera en el tramo Pueblo Nuevo (Km90) – Punta del Bombón (Km 0 para el traslado de personal a las plantas industriales de la Fundición y empresas pesqueras ubicadas dentro del tramo de estudio y vehículos que realizan desplazamientos a Punta del Bombón o ciudades del norte como Mollendo, Matarani o Arequipa.

En este caso no se considera muestra ya que de los estudios del tránsito de Seguridad Vial en este tramo indican que la mayor parte de vehículos cumplen funciones relacionadas de trabajo con la Fundición y empresas pesqueras situadas en el tramo mencionado por lo que la población tiene funciones ya conocidas y es accesible.

Se desarrolló la metodología realizando las siguientes actividades:

a) Reconocimiento de la Carretera Costanera en el tramo Pueblo Nuevo – Fundición ILO

a.1 Inspección visual de la carretera en horario de día:

- Estado de la calzada
- Ubicación de Señalizaciones horizontal y vertical
- Elementos de riesgo en bordes de la carretera
- Identificación de Curvas
- Identificación de precipicios en bordes de la carretera
- Elementos de protección de seguridad vial
- Circulación de vehículos

a.2 Inspección visual de la carretera en horario de noche:

- La estado de las Señales y elementos de Seguridad Vial
- Los Deslumbramientos de las luces delanteras de vehículos
- Los elementos reconocidos en la inspección visual de día

b) Revisión de datos técnicos de la carretera

- Revisión de la Memoria Descriptiva,
- Informe de Señalización de Seguridad Vial,
- Informe de Tráfico y cargas
- Planos del diseño de la carretera: de Planta y Perfil

c) Recopilación de datos Meteorológicos de la zona para análisis del Factor Ambiental.

d) Determinación de los Peligros y Evaluación de Riesgos

Para los fines de estimación de Riesgos Viales se usaron las variables Probabilidad, Consecuencia y Exposición las cuales se detallan en el *Anexo B) Variables de estimación de Riesgos Viales*.

Equipamiento:

- Vehículo ligero para desplazamientos en el tramo de estudio.
- Equipo de videograbadora para filmación y toma de fotografías de todo el tramo de estudio.
- Libreta de apuntes.
- Brújula.
- Linterna (para recorridos de noche) y
- Cinta métrica.

# **CAPITULO V: RESULTADOS**

## 5.1 Resultados de condiciones/elementos por Factores de Riesgo Viales

Foto 5.1: Km 90+800. Unión de vía de doble carril en una sola vía de doble sentido.



Grafico 5.1: El análisis de estudio se inicia dónde finaliza la vía de doble calzada (zona urbana) ingresando a una vía de una sola calzada (zona rural).

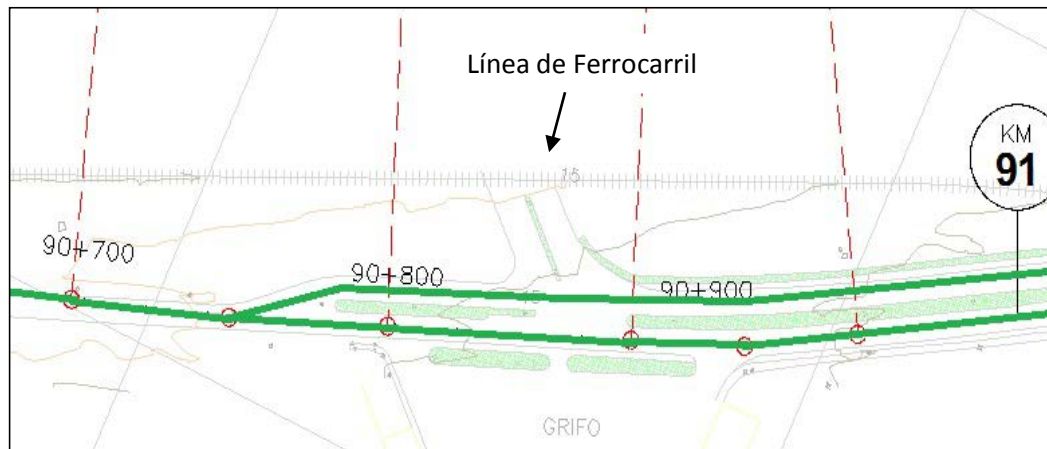


Foto 5.2: Km 90+800.

Vista de noche, se observa la presencia de las Tachas bidireccionales retro reflectantes en la pista.



Foto 5.3: Km 90+650. Tramo recto



Grafico 5.2: Se observa la trayectoria de la antigua carretera (verde claro) el cual se observa que tiene un cruce a nivel con una línea de ferrocarril de la empresa SPCC.



### Señales Verticales:



 <p>Empalme en ángulo agudo con vía lateral derecha.</p>	 <p>Cruce a nivel con vía férrea sin barrera.</p>
---	--



Foto 5.4: Unión de vía lateral Km87+600



Grafico 5.3: Se observa la trayectoria de la antigua carretera (verde claro) el cual se observa que tiene un cruce a nivel con una línea de ferrocarril de la empresa SPCC.

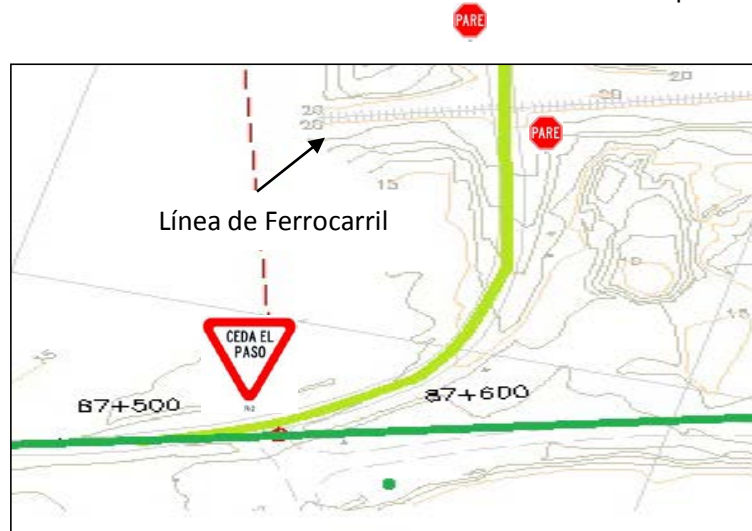


Foto 5.5: Km 87+500 en dirección al norte



**Obs1: Se observa Postes eléctricos en el lado izquierdo de la vía.**

Foto 5.6: Instalaciones de la Refinería SPCC ubicada al lado derecho de la vía



Foto 5.7: Instalaciones empresa Pesquera lado izquierdo de la vía



**Obs2: Montículo rocoso en el lado derecho de la vía**

Foto 5.8: Curva a la izquierda



Curva a la izquierda



Foto 5.9: Señal que indica vía férrea en el ingreso a la vía lateral derecha.



Cruce a  
nivel con  
vía férrea  
sin barrera



Grafico 5.4: Se observa la trayectoria de la antigua carretera (verde claro) el cual tiene un cruce a nivel con una línea de ferrocarril de la empresa SPCC. El verde oscuro indica la trayectoria actual de la carretera Costanera el cual evita el cruce con la línea férrea.

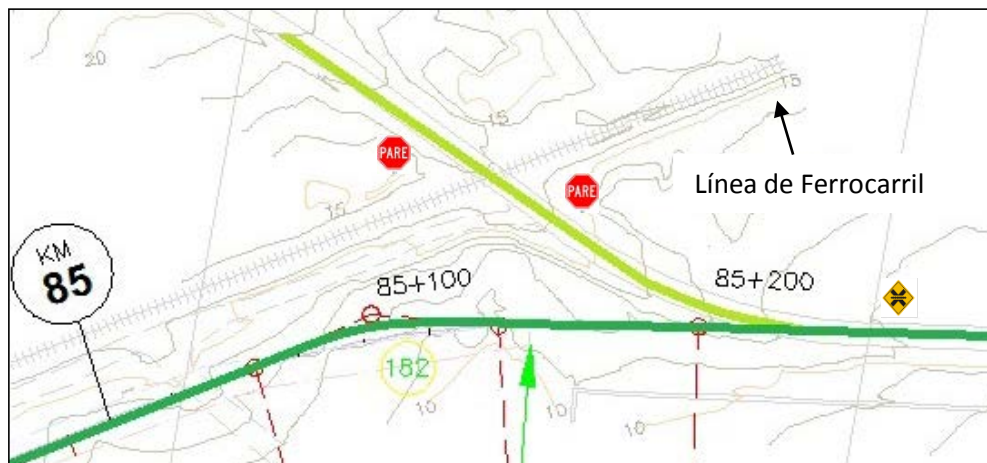


Foto 5.10: Km. 85+250 Inicio de curva y desvió a vía lateral a la derecha.



Empalme  
en ángulo  
agudo con  
vía lateral  
derecha



Foto 5.11: Km. 85+100 Curva a la izquierda, se observa presencia de hitos de arista en ambos lados de la vía.



**Obs3: Curva a la izquierda**

Foto 5.12: Km. 85+100

Vista de noche, se observa la reflexión de los **Postes delineadores** en los bordes de la vía y las **Tachas bidireccionales retroreflectantes** a nivel de la pista.



Foto 5.13: Siguiendo la trayectoria se observa la presencia de otra curva.



**Obs4: Curva a la derecha**



Foto 5.14: Se observa la presencia de postes delineadores.



**Obs5: La curva presenta una zona libre con desnivel por el lado izquierdo de la vía.**

Foto 5.15: Vista de noche, se observa la presencia **Postes delineadores** en los bordes de la vía y las **Tachas bidireccionales retro reflectantes** a nivel de la pista.



Foto 5.16: **Obs6: Presencia de Montículos rocosos en ambos lados de la vía.**



Foto 5.17: Ingreso a una curva a la derecha.



**Obs7: Curva a la derecha**





Foto 5.18: Vista de noche, se observa la presencia **Postes delineadores** en los bordes de la vía y las **Tachas bidireccionales retro reflectantes** a nivel de la pista.



Grafico 5.5: Se observa la trayectoria antigua de la carretera (verde claro) que tiene un cruce a nivel con una línea de ferrocarril de la empresa SPCC. El verde oscuro indica la trayectoria actual de la carretera Costanera el cual evita el cruce con la línea férrea. Se tiene la señal de ceda el paso.



Foto 5.19 Km. 85+900 Unión de vía auxiliar por el lado derecho a la Vía principal



**Señal  
vertical:  
Ceda el  
Paso**



Foto 5.20: Ingreso a una curva de radio grande

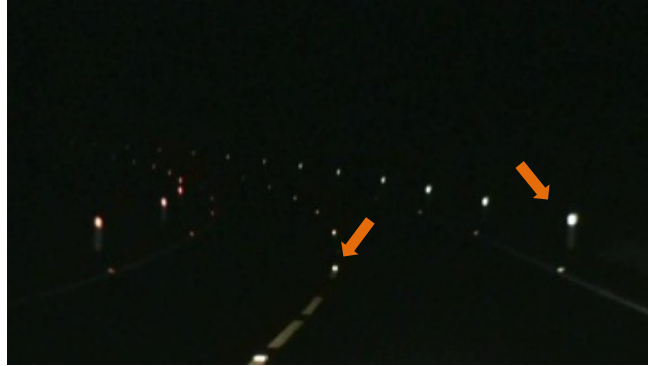


**Obs8: Curva a la  
izquierda**



**Obs9: Presencia de montículos rocosos en el borde derecho de la vía.**

Foto 2.21: Vista de noche, se observa la presencia **Postes delineadores** en los bordes de la vía y las **Tachas bidireccionales retro reflectantes** a nivel de la pista.



**Obs10: Presencia de montículos rocosos en ambos bordes de la vía**

Foto 2.22: Montículos rocosos lado derecho



Foto 2.23: Montículos rocosos, ambos lados



**Obs11: Presencia de montículos rocosos en ambos bordes de la vía**

Foto 2.24: Se observa Postes delineadores en ambos bordes de la vía en la zona curva.



**Obs11: Curva a la derecha**



**Obs12: Presencia de montículos rocosos en ambos bordes de la vía**

Grafico 5.6: Presencia de curvas sucesivas

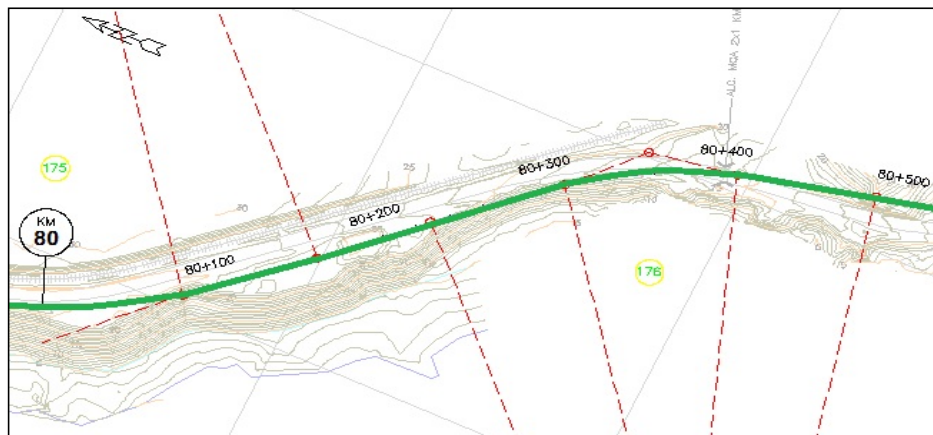


Foto 5.25: Km. 80+500 ingreso a curvas sucesivas



**Obs13: Curva y  
contracurva a la  
derecha**



Foto 5.26: Km. 80+400 **Obs14, Presencia de zona libre con desnivel al lado izquierdo de la  
vía**



Foto 5.27: Km. 80+450 **Obs15**, Al finalizar la segunda curva se una barrera de contención metálica



Foto 5.28: Km.80+200, Se observa curva en elevación, disminuye visibilidad.



**Obs16: Curva a la derecha**



Foto 5.29: Km. 80+000, en la zona central de la curva se observa:



**Obs17: Vía férrea a desnivel por el lado derecho**

**Obs18: Presencia de zona libre con desnivel (precipicio) al lado izquierdo de la vía**

Se tienen Postes delineadores en ambos bordes de la vía

Grafico 5.7: La curva del Km. 80 más conocida como la **Curva de la gallina**, es la más prominente en todo el tramo de estudio.

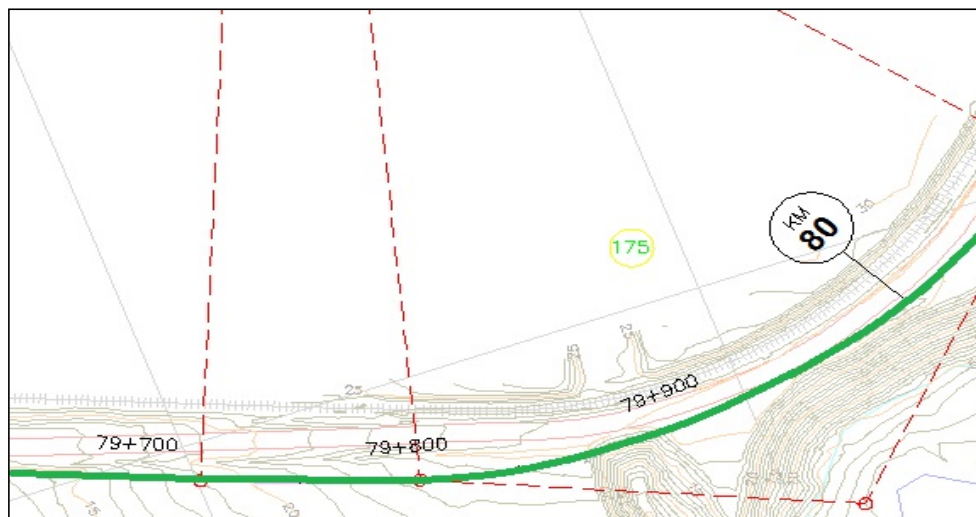




Foto 5.30: Km. 79+650, finalizando la curva se observa montículos rocosos



Obs19: Curva a la derecha



Obs20: Presencia de montículos rocosos en ambos bordes de la vía ingresando a una zona de curva

Gráfico 5.8: Vista del empalme de la vía auxiliar de ingreso a Fundición SPCC por el lado sur con la carretera Costanera.

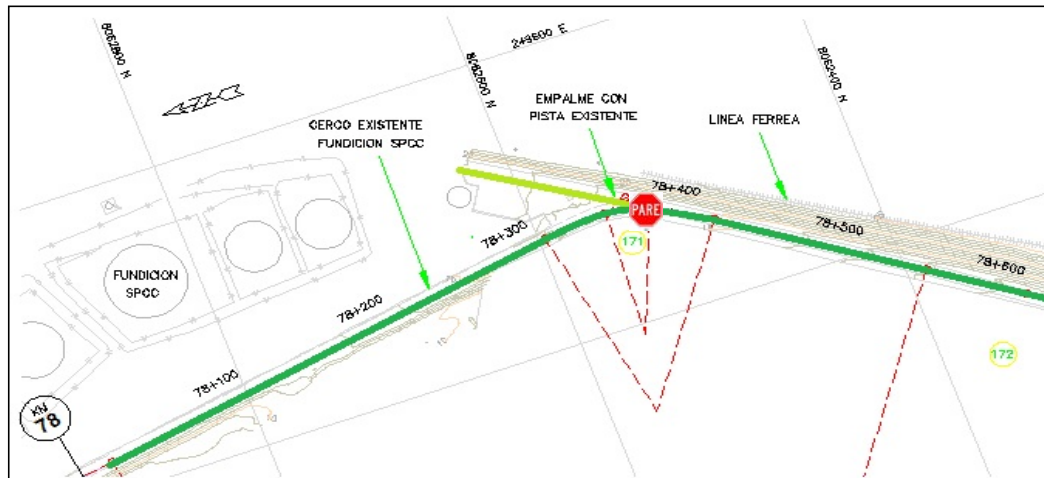




Foto 5.31: Km. 78+400, La carretera costanera continúa su trayectoria desviando a la izquierda. En trayectoria recta se ingresa a la Fundación de SPCC.



**Obs21:**  
**Curva a la**  
**izquierda**



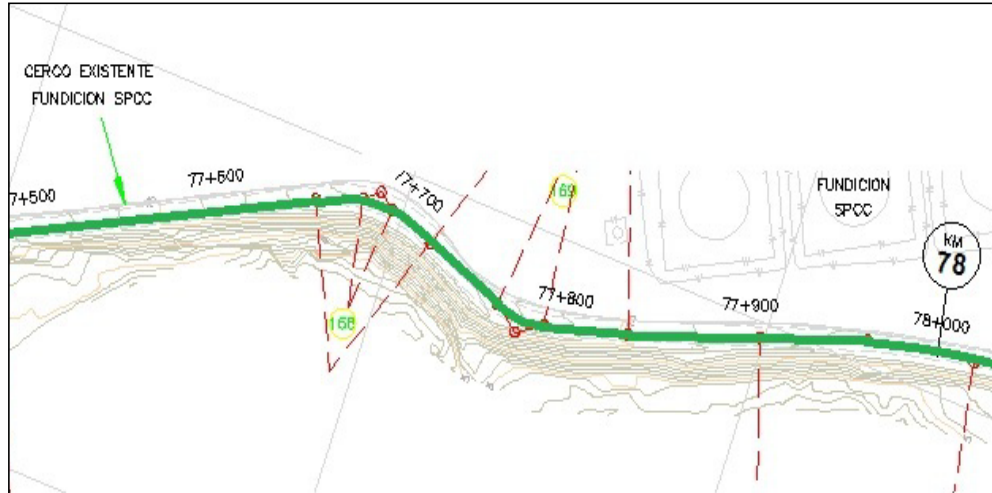
Foto 5.32: Km. 78+100, por el lado este el perímetro de la Fundación SPCC



**Obs22: Curva a la**  
**izquierda**



Grafico 5.9: Presencia de curvas sucesivas.




 <p>P-4A</p>	<p><b>Obs23: Curva y contra curva a la derecha</b></p>	<p>Acantilado lado izquierdo de la vía, Presencia de borde metálico protectores</p>
--	--	---

Foto 5.33:Km. 77+800 Inicio de curva: Baja visibilidad debido al muro (lado derecho) delimitador de la Fundición



Foto 5.34: Curva Km.77+700



Grafico 5.10: Presencia de curvas sucesivas.

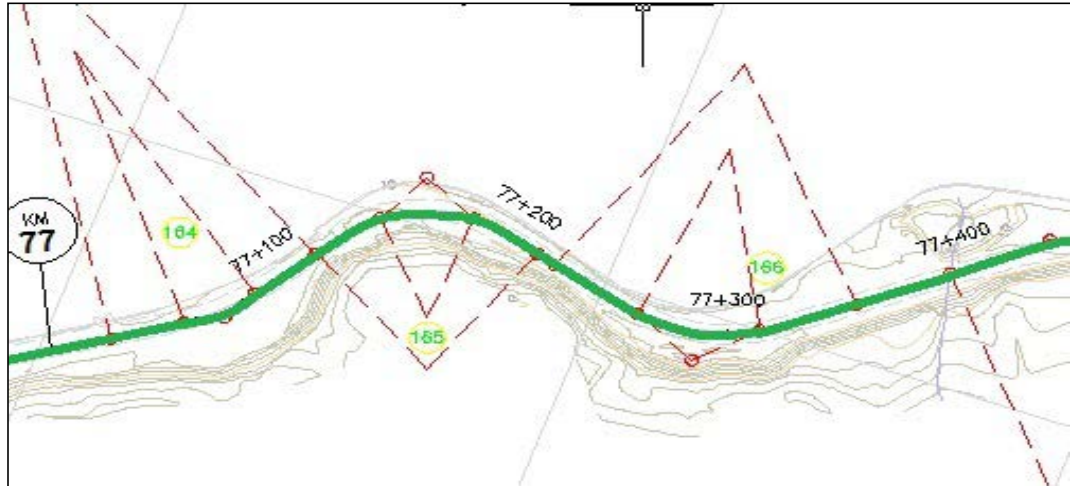


Foto 5.35: Km. 77+300, Baja visibilidad debido al muro de delimitador de la Fundación

**Obs24: Curva a la derecha**

Foto 5.36: Curva Km.77+200



Foto 5.37: Curva Km.77+100



Grafico 5.11: Presencia de curvas sucesivas.

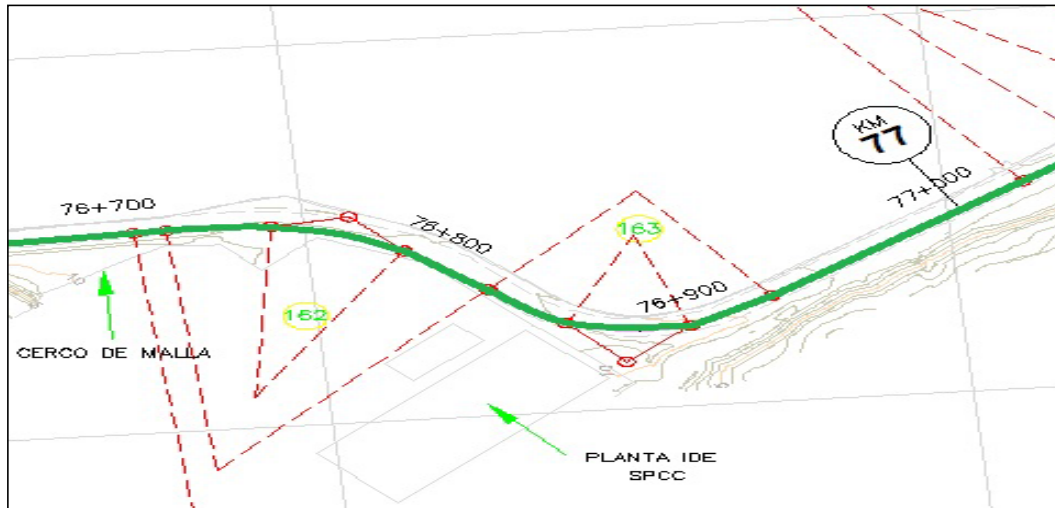


Foto 5.38: Curva Km.76+900. Baja visibilidad debido al muro de delimitador de la Fundición, En el lado izquierdo de la vía se encuentra instalación de SPCC (Planta IDE).



**Obs25:**  
**Curva y**  
**contra curva**  
**a la derecha**



Grafico 5.12: Presencia de curvas sucesivas

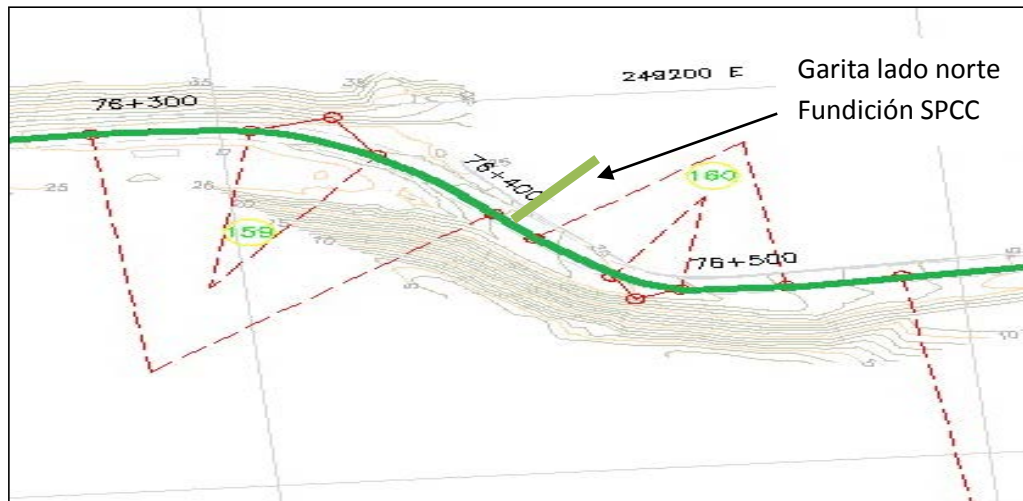


Foto 5.39: 76+500 Km. Baja visibilidad debido al muro de delimitador de la Fundación



**Obs26: Curva  
y contra  
curva a la  
derecha**



Foto 5.40: Km. 76+350 Fin de tramo de estudio - Entrada lado norte a Fundación SPCC





Tabla 5.1 Condición de Deslumbramiento por luces Vehículos contrarios


Condición/elemento	Observaciones	Descripción
Conducción nocturna, luces delanteras de vehículos	Toda la carretera en horas de la noche con presencia de vehículos en el carril contrario.	Deslumbramiento artificial
Carretera costanera. En las fotografías se observa la diferencia de visibilidad entre las luces bajas (foto izquierda) y luces altas (foto derecha). Las fotos muestran al mismo vehículo realizando el cambio de luces.		
<p data-bbox="444 869 708 898">Foto 5.41: Luces altas</p> 		<p data-bbox="1024 869 1287 898">Foto 5.42: Luces bajas</p> 



Tabla 5.2 Condiciones/ elementos para análisis de riesgo en la carretera

Condición/elemento	Observaciones	Descripción
<p>ELEMENTOS ARTIFICIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Postes</li> <li>- Barreras metálicas</li> </ul>	<p><b>Obs1: Se observa Postes eléctricos en el lado izquierdo de la vía.</b></p> <p><b>Obs15: Al finalizar la segunda curva se tiene una barrera de contención metálica</b></p>	<p>Elementos rígidos que se encuentran en el borde de la carretera pueden elevar la consecuencia de daño por despiste del vehículo.</p> <p>Presencia solo en algunos tramos</p> <p>Elementos rígidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Postes eléctricos</li> <li>- Barreras de contención metálica o de concreto.</li> </ul>
<p>ELEMENTOS NATURALES EN BORDES DE LA VÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Montículos rocosos</li> </ul>	<p><b>Obs2: Montículo rocoso en el lado derecho de la vía</b></p> <p><b>Obs6: Presencia de desmonte rocosos en ambos lados de la vía.</b></p> <p><b>Obs9: Presencia de montículos rocosos en el borde derecho de la vía.</b></p> <p><b>Obs10: Presencia de montículos rocosos en ambos bordes de la vía</b></p>	<p>Las laderas de piedra natural constituyen frecuentemente un peligro por su perfil irregular que puede provocar el vuelco, rebote o enganchamientos del vehículo cuando el vehículo sale de la vía de manera intempestiva.</p> <p>Presencia: Solo en algunos</p>

	<p><b>Obs11: Presencia de montículos rocosos en ambos bordes de la vía</b></p> <p><b>Obs12: Presencia de montículos rocosos en ambos bordes de la vía</b></p>	tramos
<p>ELEMENTOS GEOGRAFICOS EN BORDES DE LA VÍA</p> <p>- Desnivel a precipicio</p>	<p><b>Obs5: Zona libre con desnivel en el lado izquierdo de la vía.</b></p> <p><b>Obs14: Presencia de zona libre con desnivel al lado izquierdo de la vía</b></p> <p><b>Obs17: Vía férrea a desnivel por el lado derecho</b></p> <p><b>Obs18: Presencia de zona libre con desnivel (precipicio) al lado izquierdo de la vía</b></p>	<p>Los despistes de vehículos en zonas de desniveles, inferior con respecto a la vía, incrementa la consecuencia de daño.</p> <p>Presencia: Solo en algunos tramos</p>
<p>ELEMENTOS INTERNOS DE LA VÍA</p> <p>- Curvas</p>	<p><b>Obs3: Curva a la izquierda</b></p> <p><b>Obs4: Curva a la derecha</b></p> <p><b>Obs7: Curva a la derecha</b></p> <p><b>Obs8: Curva a la izquierda</b></p> <p><b>Obs11: Curva a la derecha</b></p> <p><b>Obs13: Curva y contracurva a la derecha</b></p> <p><b>Obs16: Curva a la derecha</b></p>	<p>Una curva puede ser peligrosa por la suma de varios factores, la curvatura, la inclinación de la sección transversal (peralte), la visibilidad, entre otras.</p> <p>Presencia: Solo en algunos</p>

	<p><b>Obs19: Curva a la derecha</b></p> <p><b>Obs20: Curva a la izquierda</b></p> <p><b>Obs21: Curva a la izquierda</b></p> <p><b>Obs22: Curva a la izquierda</b></p> <p><b>Obs23: Curva y contra curva a la derecha</b></p> <p><b>Obs24: Curva y contra curva a la derecha</b></p> <p><b>Obs25: Curva y contra curva a la derecha</b></p>	tramos
<p>ELEMENTOS INTERNOS DE LA VÍA</p> <p>- Intersecciones, unión de vía lateral</p>	<p><b>Gráfico 2.3:</b> Unión de vía auxiliar Pueblo nuevo</p> <p><b>Gráfico 2.4:</b> Unión de vía auxiliar refinería a costanera.</p> <p><b>Gráfico 2.5:</b> Unión de vía auxiliar carretera antigua a club de golf</p> <p><b>Gráfico 2.6:</b> Unión de vía auxiliar carretera antigua a costanera</p> <p><b>Gráfico 2.9:</b> Unión de vía auxiliar salida Fundación lado sur a Costanera.</p> <p><b>Gráfico 2.13:</b> Entrada lado norte a Fundación SPCC</p>	Una intersección o unión de vía lateral puede ser peligrosa cuando no cuente con la señalización y visibilidad adecuadas.

Tabla 5.3 Deslumbramiento por luz solar

<b>Condición/elemento</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Descripción</b>
Deslumbramiento por la luz natural del Sol	Toda la carretera en horas del día con presencia de Sol.	Deslumbramiento por luz solar.
<p>El deslumbramiento por luz solar se da cuando la posición de salida (amanecer) o puesta (atardecer) del sol se encuentra dentro del mismo eje cardinal de la visibilidad del conductor. La carretera costanera sigue la trayectoria en el eje cardinal norte-sur principalmente y la salida y puesta del sol sigue la trayectoria en el eje cardinal este-oeste de manera que no se da un impacto directo por deslumbramiento por luz solar para los vehículos que circulen por la vía.</p>		

*El Clima en el tramo de estudio*

Tabla 5.4 Condición de Neblina

<b>PELIGRO</b>	<b>Niebla/Neblina</b> (Condición ambiental)	<b>Criterios para evaluación del Riesgo</b>
<p><b>Descripción</b> El principal problema de una Niebla o Neblina es la disminución de la Visibilidad.</p> <p>Presencia: Periódica solo en estaciones de invierno.</p>		<p><b>Baja Visibilidad</b></p> <p><b>Consecuencias</b></p> <p>Choque frontales</p> <p>Despiste</p> <p>Volcadura</p> <p>Atropello a peatones</p>

Foto 5.43: Km 85 - Presencia de Neblina en Carretera Costanera



Tabla 5.5 Condición de Precipitación

<b>PELIGROS</b>	<b>Lluvias/Lloviznas(Peligro de tipo ambiental)</b>	<b>Criterios para evaluación del Riesgo</b>
<p><b>Descripción:</b> En el caso de la costa peruana se presentan Lloviznas</p> <p><b>Llovizna:</b> Constituida solamente por gotas de agua con un tamaño inferior a 0.5 milímetros de diámetro (para Lluvias es mayor a 0.5mm) y que caen muy próximas unas a otras y con una velocidad de caída muy pequeña.</p> <p>Presencia: Periódica solo en estaciones de invierno.</p>		<p>Disminución de <b>Adherencia</b> llanta del vehículo con asfalto de la vía.</p> <p><b>Consecuencias</b></p> <p>Choque frontales</p> <p>Despiste</p> <p>Volcadura</p>

La Conductores y Vehículos en la carretera

Tabla 5.6: Condición Mal juicio y toma de desiciones

<b>Condición/elemento</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Descripción</b>
Mal juicio y toma de desiciones.	Se observan los desplazamientos mayormente en los tramos rectos	Conducción en la carretera a velocidades mayores a los máximos establecidos en carretera.
Mal juicio y toma de desiciones.	Se observan adelantamientos de vehículos en curvas con poca visibilidad	Adelantar en zonas de curvas con poca visibilidad
Mal juicio y toma de desiciones, falta de conocimiento de normas del Conductor.	En la conducción nocturna se realizó juego de luces a vehículos en marcha de carril contrario a fin de comunicar el cambio de luces altas por bajas para evitar deslumbramientos.	La omisión en el cambio de luces cuando se aproximan vehículos en sentido contrario genera el deslumbramiento.

Tabla 5.7: Perturbaciones externas al Conductor

<b>Condición/elemento</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Descripción</b>
Perturbaciones externas al Conductor	En la conducción nocturna se realizó juego de luces a vehículos en marcha de carril contrario a fin de comunicar el cambio de luces altas por bajas para evitar deslumbramientos.	La omisión en el cambio de luces cuando se aproximan vehículos en sentido contrario genera el deslumbramiento

Tabla 5.8: Mal estado psicofísico del conductor

<b>Condición/elemento</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Descripción</b>
Mal estado psicofísico del conductor	Se observó en una sola ocasión un vehículo particular realizando adelantamiento con aviso de luces intermitentes equivocadas presentando vaivenes en la conducción.	La alteración de disminución de los reflejos en muchos de los casos se presenta por un mal estado psicofísico en el conductor.

Tabla 5.9: Vehículos no seguro - Sistema pasivo no habilitado

<b>Condición/elemento</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Descripción</b>
Vehículos no seguro Sistema pasivo no habilitado	En la conducción nocturna en el tramo sur de la carretera cerca de la zona urbana se observan vehículos antiguos muy esporádicos con ausencia de luces traseras y en otro caso con falta de una de las luces delanteras.	Un vehículo en la conducción nocturna con ausencia de luces no permite ser visto adecuadamente.

## 5.2 Resultados de Identificación de los Peligros Viales

### Factor Vías

<i>Condiciones/elementos</i>
1. ELEMENTOS ARTIFICIALES: Postes, Barreras metálicas.
2. ELEMENTOS NATURALES EN BORDES DE LA VÍA: Montículos rocosos

3. ELEMENTOS GEOGRAFICOS EN BORDES DE LA VÍA: Desnivel a precipicio
4. ELEMENTOS INTERNOS DE LA VÍA: Curvas
5. ELEMENTOS INTERNOS DE LA VÍA: Intersecciones, unión de vía lateral
6. Conducción nocturna, luces delanteras de vehículos
7. Conducción de día, deslumbramiento por luz solar

### **Factor Ambiental**

Condiciones/elementos
1. Nieblas o neblinas
2. Precipitaciones

### **Factor Humano**

Condiciones/elementos
1. Mal juicio y toma de desiciones
2. Estado psicofísico del conductor
3. Perturbaciones externas durante la conducción

### **Factor Vehículos**








Condiciones/elementos
1. Vehículo no seguro
2. Sistema pasivo no operativo








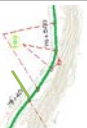
### **5.3 Resultados de la Evaluación de Riesgos Viales**

Para la valoración de los riesgos de los Peligros identificados se utilizaron las tablas de Probabilidad, Consecuencia y Exposición detalladas en el *Anexo B): Variables de Estimación de Riesgos*.

5.3.1 ANEXO: MATRIZ IPERC - IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS EN SEGURIDAD VIAL-CARRETERA COSTANERA TRAMO PUEBLO NUEVO – FUNDICIÓN SPCC

Factor	IDENTIFICACIÓN		EVALUACIÓN R=PxQxR					RE-EVALUACIÓN R=PxCxR												
	Ubicación	Descripción	Peligro	Riesgo	PROBABILIDAD: F+I+Z+R					PROBABILIDAD: F+I+Z+R										
					E	I	Z	R	P	C	E	I	Z	R	P	C				
Humano		Elementos relacionados con el Conductor	Presente en toda la vía	Conductor con Mal juicio y toma de decisiones del conductor.	Choque, despiste	1	2	0	0	2	4	8	1	1	0	0	1	4	4	
			Presente en toda la vía	Mal estado psicofísico del conductor.	Choque, despiste	2	1	1	0	2	4	16	1	1	0	0	1	4	4	4
			Presente en toda la vía	Perforaciones externas al conductor.	Choque, despiste	1	1	0	1	2	4	8	1	1	0	0	1	4	4	4
Vehículo		Elementos relacionados con el vehículo	Presente en toda la vía	Vehículo no seguro	Choque, despiste	2	1	0	0	1	4	8	1	1	0	0	1	4	4	4
			Presente en toda la vía	Sistema pasivo no operativo	Choque, despiste	2	1	0	0	1	4	8	1	1	0	0	1	4	4	4
				Postes eléctricos	Choque, impacto por despiste del vehículo	1	2	0	0	2	2	4								
ELEMENTOS ARTIFICIALES: Postes, Barreras metálicas.	Km 67+500		Postes eléctricos en lado oeste de la vía.	Postes eléctricos	Choque, impacto por despiste del vehículo	1	2	0	0	2	2	4								
			Barrera de contención metálica ubicada en lado este de la vía	Barrera de contención metálica	Choque, impacto por despiste del vehículo	1	2	0	0	2	1	2								
			Presencia de montículos rocosos en ambos bordes de la vía	Montes rocosos en llano recto	Choque, impacto por despiste del vehículo	1	2	0	0	2	4	8	1	1	0	0	1	4	4	4
ELEMENTOS NATURALES EN BORDES DE LA VÍA: Montículos rocosos	Km 81		Presencia de montículos rocosos en ambos bordes de la vía, presencia de postes delimitadores.	Montes rocosos	Choque, impacto por despiste del vehículo	1	2	0	0	2	4	8	1	1	0	0	1	4	4	
			Zona libre con desnivel en el lado izquierdo de la vía. Presencia de Postes delimitadores	Precipio lado oeste	Voladura, choque, por despiste del vehículo	1	1	0	0	1	4	4								
			Presencia de zona libre con desnivel (precipicio) al lado izquierdo de la vía	Precipicio lado oeste	Voladura, choque, por despiste del vehículo	1	1	0	0	1	4	4								
Vías	Km 84+500		Zona libre con desnivel en el lado izquierdo de la vía. Presencia de Postes delimitadores	Precipio lado oeste	Voladura, choque, por despiste del vehículo	1	1	0	0	1	4	4								
			Presencia de zona libre con desnivel (precipicio) al lado izquierdo de la vía	Precipicio lado oeste	Voladura, choque, por despiste del vehículo	1	1	0	0	1	4	4								
			Presencia de zona libre con desnivel (precipicio) al lado derecho (vía de firrocarril) de la vía	Desnivel lado este	Voladura, choque, por despiste del vehículo	1	1	0	1	2	2	4								
ELEMENTOS GEOGRÁFICOS EN BORDES DE LA VÍA: Desnivel a precipicio	Km 80+000		Presencia de zona libre con desnivel (precipicio) al lado izquierdo de la vía	Precipicio lado oeste	Voladura, choque, por despiste del vehículo	1	1	0	0	1	4	4								
			Presencia de zona libre con desnivel (precipicio) al lado derecho (vía de firrocarril) de la vía	Desnivel lado este	Voladura, choque, por despiste del vehículo	1	1	0	1	2	2	4								
			Curva de la gallina	Curva	Destizamiento o voladura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	4	4								
ELEMENTOS INTERNOS DE LA VÍA: Curvas	Km 80+000		Curva de la gallina	Curva	Destizamiento o voladura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	4	4								
			Velocidad de diseño: 90 Km/Hr Radio: 325 metros Peralte: 7,2%	Curva	Destizamiento o voladura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	1	1								
			Velocidad de diseño: 50 Km/Hr Radio: 85 metros Peralte: 8%	Curva	Destizamiento o voladura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	1	1								
ELEMENTOS INTERNOS DE LA VÍA: Curvas	Km 78+400		Velocidad de diseño: 90 Km/Hr Radio: 325 metros Peralte: 7,2%	Curva	Destizamiento o voladura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	1	1								
			Velocidad de diseño: 50 Km/Hr Radio: 85 metros Peralte: 8%	Curva	Destizamiento o voladura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	2	2								
			Velocidad de diseño: 40 Km/Hr Radio: 50 metros Peralte: 8%	Curva	Destizamiento o voladura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	2	2								
ELEMENTOS INTERNOS DE LA VÍA: Curvas	Km 77+800		Velocidad de diseño: 55 Km/Hr Radio: 100 metros Peralte: 8%	Curva	Destizamiento o voladura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	2	2								
			Velocidad de diseño: 40 Km/Hr Radio: 50 metros Peralte: 8%	Curva	Destizamiento o voladura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	2	2								
			Velocidad de diseño: 40 Km/Hr Radio: 50 metros Peralte: 8%	Curva	Destizamiento o voladura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	2	2								

5.3.1 ANEXO: MATRIZ IPERC - IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS EN SEGURIDAD VIAL-CARRETERA COSTANERA TRAMO PUEBLO NUEVO – FUNDICIÓN SPCC

Factor	IDENTIFICACIÓN					EVALUACIÓN R- P/ C/ E										RE-EVALUACIÓN R- P/ C/ E			RIESGO RESIDUAL														
	Condición/elemento	Ubicación	Descripción	Peligro	Riesgo	PROBABILIDAD: f1, f2, f3			PROBABILIDAD: f1, f2, f3			E	f1	f2	f3	E	f1	f2		f3													
						R	P	C	R	P	C																						
ELEMENTOS INTERNOS DE LA VÍA: Curvas	Curvas	Km 77+300	 Velocidad de diseño: 55 Km/Hr Radio: 85 metros Peralte: 8%	Curva	Deslizamiento o volcadura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	2	1	1	0	0	1	2																
						Km 77+200	 Velocidad de diseño: 40 Km/Hr Radio: 50 metros Peralte: 8%	Deslizamiento o volcadura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	2	1	1	0	0	1	2													
						Km 76+900	 Velocidad de diseño: 40 Km/Hr Radio: 50 metros Peralte: 8%	Deslizamiento o volcadura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	2	1	1	0	0	1	2													
						Km 76+500	 Velocidad de diseño: 40 Km/Hr Radio: 50 metros Peralte: 8%	Deslizamiento o volcadura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	2	1	1	0	0	1	2													
						Km 76+350	 Velocidad de diseño: 50 Km/Hr Radio: 85 metros Peralte: 8%	Deslizamiento o volcadura del vehículo, choque.	1	1	0	0	1	2	1	1	0	0	1	2													
						ELEMENTOS INTERNOS DE LA VÍA: Intersecciones, unión de vía lateral	Unión de vía auxiliar/refinería a costanera	Km 76+300	 Vía auxiliar Fundición lado sur Velocidad de diseño: 50 Km/Hr Radio: 85 metros Peralte: 8%	Visibilidad inadecuada	Choque, volcadura con otro vehículo	1	1	0	0	1	2	1	1	0	0	1	2										
Presente en toda la vía	Unión de vía auxiliar/refinería a costanera	Visibilidad inadecuada de sur a norte	Choque, volcadura con otro vehículo	1	1							0	0	1	4	1	1	0	0	1	4												
				Presente solo en tramos de la vía	Unión de vía auxiliar/refinería a costanera							Baja iluminación	Choque, despiste, arropello por deslumbramiento	2	1	0	1	2	2	2	1	0	1	2	2								
														Presente solo en tramos de la vía	Unión de vía auxiliar/refinería a costanera	Luz solar, en direccional conductor.	Choque, despiste, arropello por deslumbramiento	1	2	0	0	2	1	1	2	0	0	2	1				
																		Presente solo en tramos de la vía	Unión de vía auxiliar/refinería a costanera	Niebla	Choque, por baja visibilidad	2	1	1	0	2	2	2	1	1	0	2	2
Ambiental	Precipitaciones	Presente solo en tramos de la vía	Unión de vía auxiliar/refinería a costanera	Llovizna	Deslizamiento, choque por pérdida de estabilidad del conductor.	2	1	1	0	2	2	2	1	1	0	2	2																

E: Exposición P: Probabilidad C: Consecuencia

#### 5.4 Resultados resumidos por Factor, Peligro y Riesgo de la evaluación y re-evaluación del riesgo.

Tabla 5.10 Factor, Peligro y Riesgo inicial.

Factor	Condición/elemento	Peligro	Riesgo inicial
Humano	Elementos relacionados con el Conductor	Conductor con Mal juicio y toma de desiciones	<b>MODERADO</b>
		Mal estado psicofísico del conductor	<b>ALTO</b>
		Perturbaciones externas al conductor	<b>MODERADO</b>
Vehículo	Elementos relacionados con el vehículo	Vehículo no seguro	<b>MODERADO</b>
		Sistema pasivo no operativo	<b>MODERADO</b>
Vías	ELEMENTOS ARTIFICIALES: Postes, Barreras metálicas.	Postes eléctricos	<b>BAJO</b>
		Barrera de contención metálica	<b>BAJO</b>
	ELEMENTOS NATURALES EN BORDES DE LA VÍA: Montículos rocosos	Montes rocosos en tramo recto	<b>MODERADO</b>
		Montes rocoso	<b>MODERADO</b>
	ELEMENTOS GEOGRAFICOS EN BORDES DE LA VÍA: Desnivel a precipicio	Precipio lado oeste	<b>BAJO</b>
		Precipicio lado oeste	<b>BAJO</b>
		Desnivel lado este	<b>BAJO</b>
	ELEMENTOS INTERNOS DE LA VÍA: Curvas	Curva (Km 80+000)	<b>BAJO</b>
		Curva (Km 78+400)	<b>BAJO</b>
		Curva (Km 77+800)	<b>BAJO</b>
		Curva (Km 77+700)	<b>BAJO</b>
		Curva (Km 77+300)	<b>BAJO</b>
		Curva (Km 77+200)	<b>BAJO</b>
		Curva (Km 76+900)	<b>BAJO</b>
		Curva (Km 76+500)	<b>BAJO</b>
		Curva (Km 76+350)	<b>BAJO</b>
	ELEMENTOS INTERNOS DE LA VÍA: Intersecciones, unión de vía lateral	Visibilidad inadecuada	<b>BAJO</b>
		Visibilidad inadecuada de norte a sur	<b>BAJO</b>
		Visibilidad inadecuada de sur a norte	<b>BAJO</b>
	Conducción nocturna, deslumbramiento por luces delanteras de vehículos	Baja iluminación	<b>MODERADO</b>
Conducción de día, deslumbramiento por luz solar	Luz solar, en dirección al conductor.	<b>BAJO</b>	
Ambiental	Nieblas o neblinas	Niebla	<b>MODERADO</b>
	Precipitaciones	Llovizna	<b>MODERADO</b>

Aplicación de Controles

- a) Capacitación y concientización sobre el uso de las normas de seguridad vial.
- b) Mantener un sistema de control del estado del vehículo.
- c) Educar al Conductor en Control del medio climático en condiciones adversas.

Tabla 5.11 Factor, peligro, riesgo inicial y riesgo residual.

Factor	Condición/elemento	Peligro	Riesgo inicial	Riesgo residual
Humano	Elementos relacionados con el Conductor	Conductor con Mal juicio y toma de desiciones	MODERADO	BAJO
		Mal estado psicofísico del conductor	ALTO	BAJO
		Perturbaciones externas al conductor	MODERADO	BAJO
Vehículo	Elementos relacionados con el vehículo	Vehículo no seguro	MODERADO	BAJO
		Sistema pasivo no operativo	MODERADO	BAJO
Vías	ELEMENTOS NATURALES EN BORDES DE LA VÍA: Montículos rocosos	Montes rocoso en tramo recto	MODERADO	BAJO
		Montes rocoso	MODERADO	BAJO
	Conducción nocturna, deslumbramiento por luces delanteras de vehículos	Baja iluminación	MODERADO	BAJO
Ambiental	Nieblas o neblinas	Niebla	MODERADO	BAJO
	Precipitaciones	Llovizna	MODERADO	BAJO

## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

- a) Los riesgos en la evaluación inicial indican que el 64% representan riesgos bajos, el 32% riesgos moderados y solo el 4% riesgo altos, de los cuales la mayor parte de riesgos bajos están relacionados con el factor Vías, mientras que los moderados con el factor ambiental y vehicular mientras que dos moderados y un alto relacionados con el factor humano.
- b) De la re-evaluación del riesgo encontramos que los riesgos finales son bajos y no representan pérdidas manifestadas en los accidentes de tránsito y situaciones de crisis.
- c) El factor vial: La carretera es el elemento de interacción con el conductor que está presente en todo momento y que predomina con riesgo bajo.
- d) Los peligros por factor ambiental nieblas y precipitaciones representan riesgo moderado pero su presencia no es constante durante el año con lo cual los conductores se enfrentarían en pocas veces a estos tipos de peligros.
- e) Para el análisis de riesgos por factor humano se considera al Conductor de otro vehículo que interactúa con el vehículo que manejamos y puede representar riesgo, pero esos mismos riesgos también deben ser identificados a sí mismo en el Conductor que evalúa el riesgo del factor humano.
- f) Los Peligros por factor Humano corresponden a condiciones de comportamiento y estado psicofísico del Conductor los cuales pueden ser prevenibles y eliminables completamente antes de iniciar la Conducción.
- g) Los peligros por factor vehicular corresponden a elementos de funcionamiento y sistema de seguridad del vehículo los cuales son prevenibles y eliminables antes de iniciar el uso de vehículo.
- h) Los peligros por factor Vías corresponden a elementos físicos de la carretera que en la aplicación de controles son difíciles de eliminar pero que son prevenibles y controlables.
- i) Los peligros por factor Ambiental corresponden a elementos del clima que en la aplicación de controles no son eliminables pero que son prevenibles y controlables.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- a) Inspeccionar periódicamente los cambios que se presentarán a futuro en la vía:
  - Elementos de seguridad en carretera por daño o desgaste en el uso.
  - Variación del tipo y cantidad de vehículos en el tramo de estudio.
- b) En la estación de Invierno para disminuir el riesgo por Neblinas y Precipitaciones
  - El vehículo debe cumplir con un buen estado de los elementos de las luces, parabrisas y espejos a fin obtener la mejor visibilidad en la condición adversa.
  - Los Vehículos deben realizar control de la velocidad en las zonas de ingreso a curvas de baja visibilidad.
- c) En la Conducción nocturna comunicar al conductor del vehículo de carril contrario el cambiar las luces altas por bajas al momento del cruce realizando el juego de luces y cambio de las mismas.
- d) Mantener una velocidad segura de manejo en los tramos rectos ya que la Conductor tiende a elevar la velocidad por considerarla segura elevando su riesgo aceptado que muchas veces se aleja del riesgo real.
- e) Difundir los riesgos de la presencia de neblinas y precipitaciones con el fin de que los vehículos apliquen el manejo defensivo.
- f) Para controlar los peligros del factor humano de otros vehículos debe mantenerse las distancias de seguridad en la conducción.



### Fuentes de Información Bibliográfica:

- Estudio definitivo de la carretera camana - Dv. Quilca – ILO – Tacna Tramo: Punta de Bombon – Fundación- ILO
- *Ayuda memoria AYUDA MEMORIA CARRETERA CAMANÁ – DV. QUILCA – MATARANI – ILO – TACNA TRAMO PUNTA BOMBÓN – FUNDICIÓN ILO*
- La estabilidad del vehículo en las curvas: Aspectos geométricos y su influencia en el coeficiente de seguridad /TOMÁS JOVER, Roberto (1); BAÑÓN BLÁZQUEZ, Luis (2); FERREIRO PRIETO, Juan Ignacio
- Mapa de Red Vial del Perú – Ministerio de Transportes y Comunicaciones
- Estadísticas Accidentes Fatales 2012 MINEM [www.minen.gob.pe](http://www.minen.gob.pe)
- Plan nacional de estrategia Sanitaria contra accidentes de tránsito R.M 239-2009 MINSA
- Manual de diseño geométrico para carreteras (DG-2001) Ministerio de transportes y Comunicaciones
- Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras R.M. N 210-2000-MTC/15.02 del 3 de Mayo del 2000
- Automotriz Norero Chile [www.norero.cl/servicios.html](http://www.norero.cl/servicios.html)
- Prevención de los riesgos laborales viales 2009 Instituto de Seguridad Vial MAPFRE
- Seguridad Vial en el entorno laboral Instituto de Seguridad Vial MAPFRE [www.fundacionmapfre.org](http://www.fundacionmapfre.org)
- MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁFICO LABORALES Fundación española para la seguridad vial - Dirección general de Tráfico – Ministerio del Interior España
- Anuario estadístico Policía Nacional del Perú 2010

## **ANEXO A: Lista de Riesgos Laborales según Clasificación de la Organización Internacional del Trabajo - OIT**

- 1 Caída a diferente nivel
- 2 Caída al mismo nivel
- 3 Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- 4 Caída de objetos en manipulación
- 5 Caída de objetos desprendidos
- 6 Pisadas sobre objetos
- 7 Golpes contra objetos inmóviles
- 8 Golpes y contactos con elementos móviles de máquinas
- 9 Golpes por objetos o herramientas
- 10 Proyección de fragmentos o partículas
- 11 Atrapamientos por o entre objetos
- 12 Atrapamientos por volcado de máquinas
- 13 Sobreesfuerzos
- 14 Exposición a temperaturas extremas
- 15 Contactos térmicos
- 16 Contactos eléctricos
- 17 Inhalaciones o ingestiones de sustancias nocivas
- 18 Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- 19 Exposición a radiaciones
- 20 Explosiones
- 21 Incendios
- 22 Lesiones causadas por seres vivos
- 23 Atropellos, golpes y choques con vehículos
- 24 Enfermedades profesionales causadas por agentes químicos

25 Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos

26 Enfermedades profesionales causadas por agentes biológicos

27 Enfermedades profesionales sistemáticas causadas por otro tipo de agentes

## ANEXO B) Variables de Estimación de Riesgos Viales

Las variables usadas para la estimación de riesgos son las siguientes:

Exposición (E)  
Probabilidad (P)  
Consecuencia (C)

**Escala de Exposición:** Considera a la presencia del peligro en la vía

Tabla B.1: Escala de Exposición

Exposición	
1	El peligro se presenta en tramos cortos de la vía en muy pocas veces máximo 3 veces en 30 de minutos de conducción o presenta corto tiempo de duración durante la conducción, no es constante.
2	El peligro se presenta en tramos largos de la vía, repetidas veces de 4 a más en 30 minutos de conducción ó presenta mayor tiempo de exposición durante la conducción / Conduce vehículos pesados, buses o vehículo frágil que requiere mayor pericia, es constante.

**Escala de Consecuencia:** Considerando la magnitud del daño en caso de ocurrir un evento no deseado en la carretera.

Tabla B.2: Escala de Consecuencia

Consecuencia	
1	Ausencia de daño o daño leve sin consideraciones
2	Daño moderado, golpes a lesiones con recuperación rápida en días a semanas
4	Daño grave lesiones incapacitantes o muy graves con recuperación lenta en meses a años, muerte

**Escala de Probabilidad:** Considera la probabilidad de que ocurra un evento no deseado, considerando al Conductor como elemento principal de esta variable.

Para el cálculo de la probabilidad consideraremos la siguiente formula:

$$P = f1 + f2 + f3$$

Dónde:

Tabla B.3: Combinación de probabilidades

Probabilidad (P)	P = f1 + f2 + f3
<b>f1 = 1 ó 2</b>	
1	El conductor tiene Percepción del riesgo tolerable
2	El conductor Subestima el riesgo
<b>f2 = 0 ó 1</b>	
0	Medio físico aceptable para conducir(sin tráfico, buena visibilidad)/ Conductor estable, controla el medio
1	Medio físico difícil para conducir / Conductor inestable (sueño, fatiga, alterado), no control el medio
<b>f3 = 0 ó 1</b>	
0	Control o ausencia de perturbación externa
1	Perturbación externa ajena al conductor (deslumbramiento, invade vía vehículo de carril contrario, cruce imprudente de peatón)

**f1: Variable de Percepción del riesgo del Conductor**

1: El conductor conoce los peligros a los que se puede exponer en la conducción, toma las precauciones necesarias sabiendo que siempre va a existir un pequeño riesgo el cual asume con responsabilidad.

2: El conductor no percibe los peligros que puede encontrarse en la carretera por tanto no controla las velocidades al ingreso a un curva, asume riesgos entre otros.

**f2: Variable de aceptabilidad para la Conducción considerando el medio físico y/o Conductor**

El medio físico es aceptable cuando haya ausencia de elementos que permitan una conducción segura tales como:

Ausencia de tráfico

Buena visibilidad

Condiciones climáticas favorables

El estado aceptable del Conductor será cuando este en ausencia de elementos que perturben su capacidad de manejo los cuales pueden ser:

El sueño

La fatiga

El estrés

### **f3: Variable de Perturbación externa**

Nos vamos a referir a perturbaciones externas a elementos que pueden alterar la concentración del conductor durante la conducción y por tanto aumentar la probabilidad de generar un accidente de tránsito por ejemplo:

Deslumbramiento por luces de vehículo en carril contrario durante la noche

Adelantamiento imprudente de otro vehículo

Invasión de carril por vehículo de carril contrario

Cruce imprudente de peatones o animales

Toque excesivo de bocina por otro vehículo

Caída de piedras o rocas en la vía

Tabla B.4: Escala de Probabilidades

Probabilidad		
1	El conductor reconoce los peligros/regula la velocidad (sabe calcular distancias para adelantar)/ evita actos inseguros (ejem. Usar celular)/ controla las perturbaciones externas (manejo a la defensiva) / reviso su vehículo, documentos en regla, es preventivo	Baja probabilidad de generar un accidente
2	El conductor reconoce los peligros pero no siempre regula la velocidad / de vez en cuando comete actos inseguros (ejem. Usa celular) / controla las perturbaciones externas / reviso su vehículo, documentos en regla, es preventivo	Baja a Moderada probabilidad de generar un accidente
3	El conductor no reconoce bien los peligros/ no regula la velocidad / comete actos inseguros / no controla bien las perturbaciones externas (ejem. Deslumbramiento de luces en la noche, cruce de otros vehículos) / no reviso su vehículo es preventivo, no tiene revisiones actualizadas	Moderada a Alta probabilidad de generar un accidente
4	El conductor no percibe los peligros/ no regula la velocidad / comete muchos actos inseguros / maneja en condiciones no aceptables (fatiga, sueño, estado ebrio, etc.) / no reconoce ni controla las perturbaciones externas / no reviso su vehículo es preventivo, no tiene revisiones actualizadas	Alta probabilidad de generar un accidente

## 5.2 Valoración del Riesgo

Tabla B.5: Valoración del riesgo

RIESGO				
Bajo	1	2	3	4
Moderado	6	8	12	
Alto	16	24	32	