

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Evaluación ambiental de los factores ambientales que son afectados  
producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales  
de la vía Pasco – Lima – 2019**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. Naydu Ada RIVERA BARTOLO**

**Asesor: Ing. Anderson MARCELO MANRIQUE**

**Cerro de Pasco - Perú - 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Evaluación ambiental de los factores ambientales que son afectados  
producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales  
de la vía Pasco – Lima – 2019**

Sustentada y Aprobada ante los miembros del jurado:

---

Mg. Julio Antonio ASTO LIÑÁN  
PRESIDENTE

---

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA  
MIEMBRO

---

Mg. Lucio ROJAS VÍTOR  
MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

A mis padres

## **RECONOCIMIENTO**

A mis padres

## RESUMEN

El ferrocarril representa en el entorno de las grandes ciudades y en la actividad industrial, un elemento clave en la vertebración del territorio y la reciente expansión urbanística. El aumento progresivo de la frecuencia de estas prestaciones y las mejoras en la velocidad de los trenes traen asociada impactos ambientales entre ellas las molestias acústicas a lo largo de la franja afectada.

Ferrocarril Central Andino S. A., es el operador del servicio de transporte ferroviario de acuerdo a contrato suscrito con Ferrovías Central Andina S.A. actual concesionario del Ferrocarril Central del Perú. El transporte ferroviario de productos químicos y minerales ha adquirido una gran importancia en el desarrollo comercial en nuestro país durante los últimos años. Esta actividad a la fecha no se conoce como viene afectando a los factores ambientales producidos por el transporte de Minerales en la vía Pasco-Lima, por lo que mediante la presente investigación conoceremos como viene afectando a los factores ambientales por este problema ambiental.

El objetivo de la presente investigación es evaluar la afectación de a los factores ambientales producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco – Lima.

En la evaluación ambiental de los factores ambientales que son afectados producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco – Lima se pudo concluir que los factores ambientales que se viene afectando son al agua y aire.

**Palabras claves:** Ferrocarril, Factores Ambientales, Pasco-Lima, Agua y Aire

## ABSTRACT

The railway represents in the environment of the big cities and in the industrial activity, a key element in the vertebrae of the territory and the recent urban expansion. The gradual increase in the frequency of these performances and the improvements in the speed of the trains bring with them environmental impacts, including noise nuisances along the affected belt.

Ferrocarril Central Andino S. A., is the operator of the rail transport service according to a contract signed with Ferrovías Central Andina S.A. currently the concessionaire of the Ferrocarril Central del Perú. The transport of chemical and mineral products by rail has acquired great importance in the commercial development of our country in recent years. This activity to date is not known as it is affecting the environmental factors produced by the transport of Minerals in the Pasco-wayLima, so through this research we will know how it is affecting environmental factors by this environmental problem.

The aim of this research is to evaluate the impact of environmental factors produced by railway activity in the transport of minerals of the Via Pasco - Lima.

The objective of the present investigation is to determine if it is possible to treat the sludge generated in the domestic wastewater treatment plant with the application of vermiculture in the Chungar Mining Company.

For a period of 8 weeks it was determined that the quality of the sludge improved, lowering in its impurity levels such as ammoniacal nitrogen, nitrites and sulfates, since by experience the Nitrites and Sulfates, these could affect the land where It will dose as these will generate acids and alteration of the chain of living beings.

In the environmental evaluation of the environmental factors that are affected as a result of the railway activity in the transport of minerals of the Via Pasco. Lima was able to conclude that the environmental factors that are being affected are water and air.

**Keywords:** Railway, Environmental Factors, Pasco-Lima, Water and Air.

## INTRODUCCIÓN

La empresa Ferrocarril Central Andina S.A. está conformada por Minas Buenaventura del Perú, Mitsui del Perú, Juan Olaechea y Cía. Inversiones Andino y Commonwealth Developmnet Corporation. El Ferrocarril Central es el principal medio de transporte de productos minerales en la región central del país; cubre importantes áreas mineras ubicadas en el departamento de Pasco, Junín y Lima. Los principales puntos de embarque de productos mineros son la estación de Cerro de Pasco (con destino la Oroya y Patio Central-Callao) y La Oroya (con destino Patio Central-Callao).

Por medio de la presente investigación buscamos generar información académica de la afectación a los factores ambientales (agua, suelo y aire) causados por la actividad ferroviaria.

La investigación tiene como referencia del antecedente relacionada a lo realizado por Rosa María Matas López / Pedro Pérez del Campo (2015). El ruido en las líneas ferroviarias. Perú, donde menciona. El ferrocarril constituye en la actualidad un medio de transporte capaz de introducir en la ciudad a gran cantidad de población, y una de las principales fuentes sonoras que constituyen el medio acústico en zonas urbanas. Para Renfe la solución al problema del ruido ha de ser ante todo preventiva, lo que implica un respeto a la planificación del corredor trazado, la incorporación de elementos absorbentes y la aplicación de un procedimiento de lucha contra el ruido. Este artículo profundiza sobre la actuación de estas medidas en cada una de las situaciones urbanas existentes a las que se ha de enfrentar. El ferrocarril representa en el entorno de las grandes ciudades, un elemento clave en la vertebración del territorio y la reciente expansión urbanística. Por esta razón, se concentra una gran densidad de población en sus inmediaciones que compatibiliza las ventajas y



desventajas del tráfico ferroviario. En los núcleos urbanos, las cercanías constituyen un modo de transporte colectivo capaz de introducir hasta el mismo centro de la ciudad gran cantidad de viajeros en horas punta. El aumento progresivo de la frecuencia de estas prestaciones y las mejoras en la velocidad de los trenes traen asociada una molestia acústica a lo largo de la franja afectada. Aunque bien es verdad que se trabaja en conseguir un material cada vez más silencioso y en introducir elementos de vía elásticos capaces de absorber parte de ese ruido; la sensibilidad de la población afectada es también creciente y la falta de ruido es un parámetro de la llamada "calidad de vida". Nos enfrentamos pues, a un problema difícil en el que tanto las mejoras en las causas del ruido (intervención sobre las fuentes del mismo) como una adecuada planificación en el territorio ocupado por los receptores han de coordinar una solución conjunta.

**La Autora.**

## INDICE

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE DE IMÁGENES	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE MAPAS	
CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	2
1.3. Formulación del problema de investigación .....	2
1.3.1. Problema Principal:.....	2
1.3.2. Problemas Específicos: .....	3
1.4. Formulación de objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo General:.....	3
1.4.2. Objetivos específicos:.....	3
1.5. Justificación de la investigación.....	4
1.5.1. Justificación teórica.....	4
1.5.2. Justificación Metodológica.....	4
1.5.3. Justificación Ambiental .....	4
1.5.4. Justificación Social.....	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Antecedentes de estudio .....	5
2.2. Bases teóricas-científicas.....	10
2.3. Definición de términos básicos:.....	24
2.4. Formulación de Hipótesis.....	29
2.4.1. Hipótesis General .....	29
2.4.2. Hipótesis Específicos .....	29
2.5. Identificación de Variables .....	30
2.5.1. Variable Independiente .....	30
2.5.2. Variable Dependiente .....	30
2.5.3. Variable Interviniente.....	30

2.6.	Definición Operacional de Variables e Indicadores .....	30
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>31</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>31</b>
3.1.	Tipo de investigación.....	31
3.2.	Métodos de investigación.....	31
3.3.	Diseño de investigación.....	32
3.4.	Población y muestra .....	32
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	32
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	33
3.7.	Tratamiento estadístico de datos .....	47
3.8.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	47
3.9.	Orientación ética .....	47
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>48</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>48</b>
4.1.	Descripción del trabajo en campo .....	48
4.2.	Presentación de Resultados.....	49
4.3.	Prueba de Hipótesis.....	90
4.4.	Discusión de Resultados .....	90
<b>CONCLUSIONES</b>		
<b>RECOMENDACIONES</b>		
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Normas legales aplicables al estudio .....	11
Tabla 2: Transito de locomotoras según división .....	18
Tabla 3: Kilómetros recorridos por Trenes según subdivisión .....	19
Tabla 4: Ubicación geográfica de los puntos de Monitoreo de agua .....	37
Tabla 5: Ubicación geográfica de los puntos de Monitoreo de Aire .....	40
Tabla 6: Descripción de la Estación de Monitoreos.....	43
Tabla 7: Estándares de la calidad Ambiental de Ruido en el Perú .....	45
Tabla 8: Descripción de la Estación de Monitoreos.....	45
Tabla 9: Resultados del Monitoreo de Efluentes Domésticos (Callao, Monserrate, Chosica) .....	49
Tabla 10: Resultados del Monitoreo de Efluentes Domésticos (La Oroya, Cerro de Pasco) .....	50
Tabla 11: Resultados del Monitoreo de Efluentes domésticos (Callao, Monserrate, chosica) .....	52
Tabla 12: Resultados del Monitoreo de Efluentes domésticos (La Oroya, Cerro de Pasco) .....	53
Tabla 13: Resultados den Calidad de Aire (Callao, Monserrate, Chosica) .....	67
Tabla 14: Resultados de Calidad de Aire-Metales Totales ICP-MS (Callao, Monserrate, Chosica).....	67
Tabla 15: Resultados de Calidad de Aire (Balta, Matucana y Casapalca).....	69
Tabla 16: Resultados de Calidad de Aire-Metales Totales ICP-MS (Balta, Matucana y Casapalca).....	69
Tabla 17: Resultados de Calidad de Aire (Yauli, La Oroya) .....	72
Tabla 18: Resultados de Calidad de Aire-Metales Totales ICP-MS (Yauli, La Oroya) 72	
Tabla 19: Resultados de Calidad de Aire (Cerro de Pasco) .....	74
Tabla 20: Resultados de Calidad de Aire-Metales Totales ICP-MS (Cerro de Pasco) 75	
Tabla 21: Resultados del Monitoreo de Emisiones de estación Callao.....	82
Tabla 22: Resultados del Monitoreo de Emisiones en estación Chosica.....	82
Tabla 23: Resultado del Monitoreo de Emisiones en Estación Balta .....	82
Tabla 24: Resultados del Monitoreo de Emisiones en Estación La Oroya.....	83
Tabla 25: Resultados del Monitoreo de Emisiones en Estación Cerro de Pasco.....	83
Tabla 26: Ruido Ambiental (24 Horas)-Estación CERRO DE PASCO.....	84

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Locomotora de ruta serie 1000.....	13
Imagen 2: Vagón Tipo Plataforma (concentrado, refinados) .....	14
Imagen 3: Vagón tipo Hopper con tolva (concentrado).....	14
Imagen 4: Vagón tipo Plataforma (Diesel, refinados) .....	15
Imagen 5: Vagón tipo container (cemento, equipos, materiales) .....	15
Imagen 6: Monitoreo de Parámetros Ambientales.....	35
Imagen 7: Monitoreo de Parámetros Ambientales.....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01. Valores de pH .....	55
Figura N° 2. Valores de Temperatura (°C).....	56
Figura N° 3. Valores de Aceites y grasas (mg Aceite y grasa/L).....	56
Figura N° 4. Valores de Demanda bioquímica de Oxígeno – DBO (mg O <sub>2</sub> /L).....	57
Figura N° 5. Valores de Demanda química de Oxígeno – DQO (mg O <sub>2</sub> /L).....	57
Figura N° 6. Valores de Sólidos totales en suspensión – TSS (mg TSS/L). ....	58
Figura N° 7. Valores de Cianuro total (mg CN/L).....	58
Figura N° 8. Valores de Cromo hexavalente (mg Cr (VI)/L).....	59
Figura N° 9. Valores de Sulfatos (mg SO <sub>4</sub> /L).....	59
Figura N° 10. Valores de Sólidos Sedimentables (ml/L). ....	59
Figura N° 11. Valores de Aluminio total (mg/L).....	60
Figura N° 12. Valores de Arsénico total (mg/L). ....	60
Figura N° 13. Valores de Boro total (mg/L).....	61
Figura N° 14. Valores de Cadmio total (mg/L). ....	62
Figura N° 15. Valores de Cobre total (mg/L). ....	62
Figura N° 16. Valores de Cromo total (mg/L). ....	63
Figura N° 17. Valores de Manganeso total (mg/L).....	63
Figura N° 18. Valores de Mercurio total (mg/L). ....	64
Figura N° 19. Valores de Níquel total (mg/L).....	64
Figura N° 20. Valores de Plomo total (mg/L). ....	65
Figura N° 21. Valores de Zinc total (mg/L). ....	65
Figura N°22: Concentración de Material Particulado (PM10) .....	76
Figura N°23: Concentración de Material Particulado (PM2.5) .....	77
Figura N°24: Concentración de Monóxido de Carbono (CO).....	77
Figura N°25: Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) .....	78

Figura N°26: Concentración de Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ).....	78
Figura N°27: Concentración de Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S) .....	79
Figura N°28: Concentración de Arsénico (As-PM <sub>10</sub> ) .....	79
Figura N°29: Concentración de Plomo (Pb-PM <sub>10</sub> ).....	80
Figura N°30: Ruido Ambiental-Zona Industrial (Horario Diurno).....	86
Figura N°31: Ruido Ambiental-Zona Industrial (Horario Nocturno).....	86
Figura N°32: Ruido Ambiental-Zona de Protección Especial, Comercial, Residencial y Mixta (Horario Diurno).....	87
FiguraN° 33: Ruido Ambiental-Zona de Protección Especial, Comercial, Residencial y Mixta (Horario Nocturno).....	87

## ÍNDICE DE MAPAS

<b>Mapa 1: Recorrido que se realiza en el transporte desde la ciudad de Lima hasta la ciudad de Cerro de Pasco .....</b>	<b>34</b>
<b>Mapa 2: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo-Calidad de Agua .....</b>	<b>36</b>
<b>Mapa 3: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo-Calidad de Aire .....</b>	<b>38</b>
<b>Mapa 4: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo-Calidad de Aire .....</b>	<b>38</b>
<b>Mapa 5: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo-Calidad de Aire .....</b>	<b>39</b>
<b>Mapa 6: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo-Calidad de Aire .....</b>	<b>39</b>
<b>Mapa 7: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo-Calidad de Aire .....</b>	<b>40</b>

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

El ferrocarril representa en el entorno de las grandes ciudades y en la actividad industrial, un elemento clave en la vertebración del territorio y la reciente expansión urbanística. Por esta razón, se concentra una gran densidad de población en sus inmediaciones que compatibilizan las ventajas y desventajas del tráfico ferroviario. En los núcleos urbanos, las cercanías constituyen un modo de transporte colectivo capaz de introducir hasta el mismo centro de la ciudad gran cantidad de viajeros y cargas de diversas actividades. El aumento progresivo de la frecuencia de estas prestaciones y las mejoras en la velocidad de los trenes traen asociada impactos ambientales entre ellas las molestias acústicas a lo largo de la franja afectada.

Ferrocarril Central Andino S. A., es el operador del servicio de transporte ferroviario de acuerdo a contrato suscrito con Ferrovías Central Andina S.A. actual concesionario del Ferrocarril Central del Perú, por la cual se dedica al transporte de carga y materiales por vía férrea y declara estar calificada para



prestar el servicio de transporte ferroviario. El transporte ferroviario de productos químicos y minerales ha adquirido una gran importancia en el desarrollo comercial en nuestro país durante los últimos años. El crecimiento de la industria de la transformación, en especial en las ramas de la petroquímica, textiles sintéticos, plásticos colorantes detergentes, minerales y otros más, ha demandado una mayor y mejor servicio de transportación de los

productos que consumen o producen las plantas industriales en todo el país. El ferrocarril consciente de la importancia de su papel para encadenar el proceso productivo, ha iniciado una modernización y preparación muy importante en los servicios que se ofrecen a los usuarios. La identificación de los riesgos de los principales productos transportados por ferrocarril es una de las actividades prioritarias de la Gerencia de Seguridad Industrial.

Esta actividad a la fecha no se conoce como viene afectando a los factores ambientales producidos por el transporte de Minerales en la vía Pasco-Lima, por lo que mediante la presente investigación conoceremos como viene afectando a los factores ambientales por este problema ambiental.

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La delimitación de la investigación está involucrado a la vía férrea central del Perú, partiendo desde la ciudad de Cerro de Pasco hasta la Ciudad de Lima.

## **1.3. Formulación del problema de investigación**

### **1.3.1. Problema Principal:**

¿Se está afectando a los factores ambientales producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco – Lima – 2019?

### **1.3.2. Problemas Específicos:**

- 1.3.2.1. ¿Cuál es el nivel de ruido en las estaciones del transporte ferroviario con carga de minerales de la vía Pasco – Lima – 2019?
- 1.3.2.2. ¿Cuál es la calidad de Agua en las vías ferroviario de la vía Pasco – Lima – 2019?
- 1.3.2.3. ¿Cuál es la calidad de aire y de las emisiones al contorno de las vías ferroviario de la vía Pasco – Lima – 2019?

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General:**

Evaluar la afectación de a los factores ambientales producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco – Lima – 2019

### **1.4.2. Objetivos específicos:**

- 1.4.2.1. Determinar el nivel de ruido en las estaciones del transporte ferroviario con carga de minerales de la vía Pasco-Lima-2019
- 1.4.2.2. Evaluar la calidad de Agua en las vías ferroviario de la vía Pasco – Lima – 2019.
- 1.4.2.3. Evaluar la calidad de aire y de las emisiones al contorno de las vías ferroviario de la vía Pasco – Lima – 2019.

## **1.5. Justificación de la investigación**

### **1.5.1. Justificación teórica**

Por medio de la presente investigación buscamos generar información académica de la afectación a los factores ambientales (agua, suelo y aire) causados por la actividad ferroviaria

### **1.5.2. Justificación Metodológica**

La metodología usada es aplicando trabajos de campo en la evaluación de los factores ambientales en Cerro de Pasco, La Oroya y Lima.

### **1.5.3. Justificación Ambiental**

La presente investigación está justificada ya que el trabajo es estudiar la afectación a los factores ambientales (agua, suelo y aire) causados por la actividad ferroviaria, debido a que el marco legal es escaso y la investigación en este tipo de impactos es escasa.

### **1.5.4. Justificación Social**

La presente investigación ayudara a tomar medidas de prevención a las poblaciones aledañas de las regiones de Pasco, Junín y Lima.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

La obtención de información con fuente de Información fidedigna por parte de Ferrocarril Central Andino S. A.

El alcance investigación se realiza en una zona extensa ya que se realizar en más de 350 Km.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

Para la presente investigación tenemos 2 antecedente nacionales y 1 antecedentes internacional donde se detalla a continuación:

**2.1.1. Celia Romina Garrafa Ayquipa (2012). Evaluación de riesgos en el transporte ferroviario de sustancias químicas peligrosas en zonas urbanas de lima y callao – primera respuesta de emergencia. Lima, Perú**

En la actualidad las autoridades competentes de nuestro país han publicado el Reglamento de transporte de materiales químicos peligrosos, siendo necesario contar con información teórica como practica referente a este tema, deseando que la presente tesis sirva de apoyo al interesado en este rubro se ha realizado el desarrollo de

evaluación de riesgos en el transporte ferroviario de sustancias químicas peligrosas.

Ferrocarril Central Andino S. A., es el operador del servicio de transporte ferroviario de acuerdo a contrato suscrito con Ferrovías Central Andina S.A. actual concesionario del Ferrocarril Central del Perú, por la cual se dedica al transporte de carga y materiales por vía férrea y declara estar calificada para prestar el servicio de transporte ferroviario. El transporte ferroviario de productos químicos ha adquirido una gran importancia en el desarrollo comercial en nuestro país durante los últimos años. El crecimiento de la industria de la transformación, en especial en las ramas de la petroquímica, textiles sintéticos, plásticos colorantes detergentes y otros más, ha demandado una mayor y mejor servicio de transportación de los productos que consumen o producen las plantas industriales en todo el país. El ferrocarril consciente de la importancia de su papel para encadenar el proceso productivo, ha iniciado una modernización y preparación muy importante en los servicios que se ofrecen a los usuarios. La identificación de los riesgos de los principales productos transportados por ferrocarril es una de las actividades prioritarias de la Gerencia de Seguridad Industrial. El presente “Evaluación de riesgos en el transporte ferroviario de sustancias químicas peligrosas en zonas urbanas de Lima y Callao – Primera respuesta operaciones”, ha sido preparado para proveer al personal de la Empresa; gerencias, administración, supervisión, operaciones y contratistas con información esencial para usar en la prevención, control y minimización de los efectos adversos potenciales ante la ocurrencia de un Incidente.

**2.1.2. Rosa María Matas López / Pedro Pérez del Campo (2015). El ruido en las líneas ferroviarias. Perú.**

El ferrocarril constituye en la actualidad un medio de transporte capaz de introducir en la ciudad a gran cantidad de población, y una de las principales fuentes sonoras que constituyen el medio acústico en zonas urbanas. Para Renfe la solución al problema del ruido ha de ser ante todo preventiva, lo que implica un respeto a la planificación del corredor trazado, la incorporación de elementos absorbentes y la aplicación de un procedimiento de lucha contra el ruido. Este artículo profundiza sobre la actuación de estas medidas en cada una de las situaciones urbanas existentes a las que se ha de enfrentar. El ferrocarril representa en el entorno de las grandes ciudades, un elemento clave en la vertebración del territorio y la reciente expansión urbanística. Por esta razón, se concentra una gran densidad de población en sus inmediaciones que compatibilizan las ventajas y desventajas del tráfico ferroviario. En los núcleos urbanos, las cercanías constituyen un modo de transporte colectivo capaz de introducir hasta el mismo centro de la ciudad gran cantidad de viajeros en horas punta. El aumento progresivo de la frecuencia de estas prestaciones y las mejoras en la velocidad de los trenes traen asociada una molestia acústica a lo largo de la franja afectada. Aunque bien es verdad que se trabaja en conseguir un material cada vez más silencioso y en introducir elementos de vía elásticos capaces de absorber parte de ese ruido; la sensibilidad de la población afectada es también creciente y la falta de ruido es un parámetro de la llamada “calidad de vida”. Nos enfrentamos pues, a un

problema difícil en el que tanto las mejoras en las causas del ruido (intervención sobre las fuentes del mismo) como una adecuada planificación en el territorio ocupado por los receptores han de coordinar una solución conjunta.

### **2.1.3. Ana María Mojarro Bayo (2009). La importancia de la minería y el ferrocarril en los inicios de la junta de obras del puerto de Huelva-España**

No cabe duda de la magnitud del desarrollo de la minería en los inicios del Puerto de Huelva, por lo que se puede asegurar que se convirtió en el pilar que movió los hilos económicos en la provincia, logrando que la institución portuaria llegara a relacionarse con todos los puertos más destacados del momento y alcanzara, a nivel nacional, uno de los primeros puestos en tráfico. Sin la comunicación que facilitaba la salida al mar, la explotación minera era inviable. Pero muy aunado a estos dos factores de progreso mencionados, minería y puerto, estaba un tercer agente potenciador, por su correspondencia directa con los otros dos. Nos referimos al ferrocarril, sin el que las minas nunca se hubieran podido conectar con el Puerto de Huelva y, por tanto, las materias primas no habrían llegado a los países industrializados. Coincidiendo con el meridiano del siglo XIX, se desató en el país la implantación de los caminos de hierro, que también llegaron a enlazar la región andaluza y, concretamente, Huelva-. Por tanto, de lo relatado se deduce claramente la dimensión de la minería y el ferrocarril en los inicios de la Junta de Obras del Puerto de Huelva. Así las cosas, el trabajo que presentamos pretende demostrar la alta significación de estos tres elementos –puerto, mina y ferrocarril- en el auge económico de la

provincia de Huelva en el último tercio del siglo XIX y primeros años del siglo XX, estrechamente ligados como eslabones de cadenas y perfectamente acoplados en la esfera comercial que se vivió. En el caso del ferrocarril, no sólo condujo el mineral hasta el Puerto, sino que en el propio Puerto puso en contacto las mercancías con los buques. Los muelles de la época eran completamente dependientes de este medio de locomoción, pues las locomotoras y los vagones llegaban, gracias a las grúas, casi hasta la bodega de los barcos. Por consiguiente, si los muelles eran trascendentes para la exportación de los minerales desde el Puerto de Huelva a los países industrializados, tampoco lo era menos el trazado del ferrocarril, que unía la mina con el puerto, hasta el propio muelle.

Por tanto, debido a la importancia de la comunicación con el exterior, el éxito de las explotaciones mineras estaba condicionado por la necesidad de construir el tendido ferroviario. Así, algunas entidades se constituyeron únicamente con este fin de transportar a las compañías menores, que no tenían su propia infraestructura, como la Compañía del ferrocarril Zafra-Huelva. Pues bien, tanto concesiones mineras como compañías férreas cayeron en manos de capital extranjero. Y, en ambos aspectos, la Compañía minera de Rio Tinto fue la que más invirtió en la provincia de Huelva. Concretamente, en la implantación y evolución de este particular elemento propulsor del tráfico, en la época estudiada, el tren, las empresas foráneas fueron pioneras en Huelva. El ferrocarril, la mina y la banca conformaron los destinos elegidos por los inversores de otros países en los años finales del siglo XIX. De todo lo mencionado se deduce que la red ferroviaria de la provincia de Huelva ha estado íntimamente ligada, desde sus inicios, a las explotaciones mineras y a



los capitales de otras naciones. En general, en el siglo XIX, esta inversión va a ser indispensable para el desarrollo económico de nuestro país, sobre todo en los sectores de ferrocarriles y minas.

## **2.2. Bases teóricas-científicas**

### **2.2.1. Base Legal y Normativa**

El marco legal correspondiente a la presente investigación se encuentra principalmente enmarcado dentro de los siguientes reglamentos y normativas:

LEY 28256 Ley que regula el Transporte Terrestre Materiales Residuos Peligrosos. Anexo 3.1 Reglamento Nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos aprobado mediante Decreto Supremo N° 021-2008-MTC.

En el presente reglamento el principal objetivo es regular las actividades,

Procesos y operaciones del transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos con sujeción a los principios de prevención y de protección de las personas, el ambiente y la propiedad.

En el Título II, del transporte de materiales y/o residuos peligrosos por ferrocarril se detalla las normas para realizar el transporte ferroviario.

Asimismo, para la comparación de Calidad de los Parámetros de Aire, Suelo, Agua y Ruido aplicaremos compararemos con la normativa siguiente:

**Tabla 1: Normas legales aplicables al estudio**

Normas Legales	Título	Fecha de Publicación
R.D. N° 004-94-EM/DGAA	Aprueban Protocolos de Monitoreo de Calidad de Agua y Calidad de Aire	28/02/1994
R.M. N° 315-96-EM/VMM	Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades mineros-metalúrgicas	19/07/1996
DS N° 021-2009-VIVIENDA	Aprueban Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.	20/11/2009
D.S. N° 023-2009-MINAM	Aprueban disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua.	18/12/2009
D.S. N° 023-2009-MINAM	Aprueban disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua.	18/12/2009
D.S. N° 003-2017-MINAM	Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.	07/06/2017
DS N° 085-2003-PCM	Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido	30/10/2003

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.2.2. Componentes del Sistema de Transporte Ferroviario

La operación del Ferrocarril Central se desarrolla mediante la integración de una serie de componentes, entre los cuales se encuentran:

- a. Unidades ferroviarias y/o equipo tráctil
- b. Instalaciones en servicio para el transporte y operación.
- c. Sistema de telecomunicación VHF/Privado
- d. Sistema de comunicación vía telefónica

e. Sistema de control de tráfico de trenes.

**a. Unidades ferroviarias y/o equipo tráctil**

Las principales unidades y equipos tráctiles del sistema de transporte ferroviario son:

1. Locomotoras
2. Vagones de carga
3. Coches de pasajeros (turísticos, presidenciales).
4. Autovías, autovagones, carrito motor.
5. Equipos vía y maquinarias.

**1. Locomotoras. - Unidades ferroviarias que se operan en el ferrocarril y se clasifican en dos tipos:**

**Locomotoras de patio.** - Aquellas que por su capacidad de arrastre menor (500 ton) son exclusivas para el servicio de maniobras de patio (conformación de trenes, transporte y distribución de carros en los patios, recojo y entrega de carga a clientes); entre las unidades en servicio se encuentran las locomotoras de serie 30, 400, 500.

**Locomotoras de Ruta.** - Aquellas que por su capacidad de arrastre mayor son exclusivas para el servicio de transporte de carga y pasajeros en la vía principal y patios; entre las unidades en servicio se encuentran las locomotoras de serie 600, 700 y 1000.

**Imagen 1: Locomotora de ruta serie 1000**



## **2. Vagones de Carga. -**

Unidades ferroviarias destinadas al transportar de carga y o materiales, entre los principales tipos de vagones tenemos:

- Plataformas planas: Serie 28 y 86
- Plataformas Cajón: Series 20, 21 y 24
- Hopper (vagones con tolva) : Series 51, 52, 58,, 60, 62 y 64
- Bodegas : Series 30, 31 y 38
- Bodegas Container : Series 20, 21, 25 y 86
- Tanques : Series 40, 42 y 43

El sistema de transporte ferroviario cuenta actualmente con 1032 vagones entre los diferentes tipos.

**Imagen 2: Vagón Tipo Plataforma (concentrado, refinados)**



**Imagen 3: Vagón tipo Hopper con tolva (concentrado)**



**Imagen 4: Vagón tipo Plataforma (Diesel, refinados)**



**Imagen 5: Vagón tipo container (cemento, equipos, materiales)**



### **3. Coches de Pasajeros. -**

Unidades de transporte de personal (pasajeros), entre los principales tipo se encuentran los coches turísticos y los coches presidenciales.

#### **4. Autovías, auto vagones, carritos motor. -**

Unidades de transporte de equipos y personal de mantenimiento de vías; entre los equipos en servicio se encuentran las unidades serie 9, 60, 100, 300.

#### **5. Equipos de vía y maquinarias. -**

Unidades y maquinaria destinadas al mantenimiento periódico de la vía férrea y/o proyectos de ampliación, entre los principales equipos se encuentran las:

- Reguladoras de balasto
- Tampers
- Petibones
- Cambiadoras de durmientes
- Descajonadoras
- Grúas (de Vía, ferroviaria, High Riel)
- Cargadores Frontales
- Tractores

#### **2.2.3. Operación del Transporte Ferroviario**

Las operaciones del ferrocarril son diversas y se desarrollan entre las diferentes subdivisiones; estas se realizan de acuerdo a lo siguiente:

- a. Servicio que se presten
- b. Tipo de carga a transportar
- c. Frecuencia de tránsito de trenes
- d. Programación de trenes (de acuerdo al punto de carguío y de descarga del material)

**a. Servicio que se presten**

Los servicios que presta el ferrocarril son:

**Transporte de pasajeros en dos modalidades:**

- Tren Turístico: Lima – Huancayo – Lima
- Servicio prestado en feriados laborales largos entre los meses de abril - octubre
- Tren Especial: Charters Especiales para pasajeros
- Servicio prestado en forma particular para Charters.

**Transporte de Carga**

- Servicio que se presta para el transporte de materiales o productos, dicho servicio es programado de acuerdo a los requerimientos del cliente.

**b. Tipos de Carga – MSDS**

Entre los materiales y productos que se transportan por vía férrea se encuentran:

- Mineral concentrado húmedo (Zinc, Plomo, Cu)
- Mineral refinado (Zinc, Plomo, Cu)
- Fundentes (pirita)
- Cemento en bolsas
- Petróleo residual
- Combustibles (petróleo diesel D2)
- Carbón coke
- Sílice
- Cal
- Ácido sulfúrico



- Cebada
- Materiales y equipos diversos

**c. Frecuencia de Tránsito de Trenes de carga**

El recorrido de trenes se realiza en las 5 subdivisiones simultáneamente de acuerdo a la siguiente orientación:

**Rumbo Norte** : De Callao a La Oroya

De La Oroya a Cerro de Pasco

De La Oroya a Huancayo

**Rumbo Sur** : De Cerro de Pasco a La Oroya

De Huancayo a La Oroya

De La Oroya al Callao

La frecuencia de tránsito de locomotoras tanto de rumbo norte y sur en conjunto en las diferentes subdivisiones es:

**Tabla 2: Transito de locomotoras según división**

		<b>Transito de locomotoras</b>
Subdivisión N° 1	Callao – Chosica	6 x día
Subdivisión N° 2	Chosica – Galera	8 x día
Subdivisión N° 3	Galera – La oroya	12 x día
Subdivisión N° 4	La Oroya – Huancayo	2 x semana
Subdivisión N° 5	La Oroya – Cerro de P	4 x día

#### d. Programación de Trenes

El transporte ferroviario de carga se realiza en forma programada y de acuerdo a las necesidades planificadas del cliente y los lugares o zonas de carguío y de descarga:

Estos materiales o productos tienen como zona de tránsito o recorrido general los siguientes tramos:

Estos viajes generan un promedio de 67,082 Km. recorridos en la vía férrea por los trenes en las diferentes subdivisiones, los cuales se distribuyen según lo siguiente:

**Tabla 3: Kilómetros recorridos por Trenes según subdivisión**

		<b>Km. Recorridos x Trenes (Promedio Mensual)</b>
Subdivisión N° 1	Callao – Chosica 8,736	8,736
Subdivisión N° 2	Chosica – Galera	26,589
Subdivisión N° 3	Galera – La oroya	13,933
Subdivisión N° 4	La Oroya – Huancayo	1,984
Subdivisión N° 5	La Oroya – Cerro de Pasco	15,840

El departamento de operación de trenes es el área encargada directamente de la conducción y operación de los trenes; los procedimientos de operación del ferrocarril se encuentran establecidos en el CODIGO GENERAL DE NORMAS DE OPERACIÓN al cual está supeditado todo el personal que conduce una unidad ferroviaria (locomotoras, equipos de vía, maquinarias de vía).

## **2.2.4. Descripción de Actividades en la Operación del Transporte**

### **Ferrovionario**

A continuación, se detalla las Actividades en las Operaciones del transporte ferroviario de Sustancias Químicas Peligrosas a lo largo de la vía férrea en la Subdivisión 1: Callao - Lima - Chosica, Chosica – Lima – Callao.

#### **2.2.4.1. Presentación de la Tripulación**

El personal de la tripulación de trenes (Jefe de tren, maquinista y brequero) se presenta a la hora y en el lugar designado, con el equipo necesario para realizar sus tareas (debidamente uniformados, equipos de protección personal, herramientas de trabajo).

- a. En instalaciones del FCCA el jefe de tren Solicita boletines de servicio, indicaciones referentes al movimiento, instrucciones del transporte de la carga con sus respectivas guías de remisión a Control Trenes, así como las respectivas hojas de seguridad del material a transportar.
  
- b. En instalaciones del cliente El vigilante mantendrá las puertas de ingreso y cualquier otra protección como tranqueras cerradas hasta el momento en que se asegure que la zona ha sido totalmente despejada, no exista personal cercano a la vía férrea, las operaciones de la Planta del cliente adyacente a la vía hayan culminado, no existan ningún tipo de equipo, accesorio o material cercano o sobre la vía férrea. El maquinista de la Locomotora no deberá ingresar a la vía ubicada dentro de la Planta del cliente sin la debida autorización por parte del personal de vigilancia quien le

indicará los carros a transportar con sus respectivas guías de remisión, así como las respectivas hojas de seguridad del material a transportar.

- c. El jefe de tren se reúne con su tripulación y coordina los trabajos a realizar en la formación y recorrido del tren.

#### **2.2.4.2. Inspección de la Locomotora**

El maquinista inspeccionara la locomotora antes de ponerla en movimiento:

- a. Primero colocar las herramientas, accesorios y documentos dentro de la locomotora y; usando ambas manos firmes a la baranda cuando sube o baja de una locomotora.
- b. Revisión de los frenos o ruedas, rodamientos de tracción,
- c. Revisión del generador principal, motor de tracción, interruptores del control de batería, equipos de alto voltaje.
- d. Revisión de compartimientos de los ventiladores o radiadores cuando el motor este encendido.
- e. Realizar la limpieza de la cabina de la locomotora, sus plataformas, pasadizos laterales, peldaños y barandas.
- f. Antes de mover las locomotoras deberán cerciorarse que se han sacado las puntas de las ruedas y los frenos de mano han sido retirados, los frenos han sido encendidos y están funcionando y que nadie está trabajando alrededor o dentro del vehículo. Encender los faroles.
- g. El maquinista deberá cerciorarse que sus compañeros estén en lugar seguro antes de unir dos unidades

- h. Tocar la campana de la locomotora cuando ésta inicie movimiento.
- i. Abastecer de combustible a las locomotoras.

#### **2.2.4.3. Inspección de Vagones**

El jefe de tren y brequero revisaran:

Muñones recalentados, frenos trabados, ruedas resbaladizas, ruedas mal posicionadas sobre el riel, equipo que se está arrastrando, carga mal estibada, indicaciones de humo, luces, farolas, etc.

#### **2.2.4.4. Formación del Tren**

- a. Subiendo y bajando de los vagones: El personal pisará firmemente cada peldaño y su cuerpo estará lo más cerca de la escalera del vagón.
- b. Enganchar y desenganchar vagones y locomotoras: El tren debe estar completamente parado para Chequear la alineación de los mecanismos de enganche. Si se realiza el ajuste del enganche colocarse en una posición firme para las manos y pies, manteniéndolo lejos de lugares donde puedan quedar trabados, pararse al lado de las abrazaderas y empuje, no levante, si no se puede hacer sin esfuerzo pida ayuda, luego de ajustar aléjese del equipo y señálcele al maquinista para que haga el enganche.

#### **2.2.4.5. Cambios de Vía**

Todos los cambios fijos colocados al lado sur de los patios no deben estar hacia la vía principal.

- a. El brequero inspeccionara las puntas de los cambios antes de manipularlo, caminara hacia el lado opuesto de la vía principal y no se acercará hasta que la locomotora haya terminado el movimiento.
- b. Se dirige hacia el cambio, retirará el seguro o candado, cogerá firmemente la manivela de cambio y aplicar fuerza para girar el brazo del cambio en la posición requerida.
- c. Colocará nuevamente el candado o seguro y verificara que las puntas del cambio estén posicionadas correctamente después de accionarlo (deben estar alineadas), luego dará indicaciones para que pase el tren.
- d. El maquinista esperara la señal del brequero de que todo el tren ha pasado el cambio, parara el tren para esperar que el brequero suba a la cabina.

#### **2.2.4.6. Marcha de Trenes y Locomotoras**

Todos los trenes que circulan en un mismo rumbo o dirección deberán estar separados por intervalos de 15 minutos, entre la salida de un tren y otro, los trenes que circulan detrás de otros deberán estar en continua comunicación con los trenes que van delante es obligatorio que se comuniquen cada cinco km.

Si un tren se detiene en la vía deberá avisar inmediatamente a Control de Tráfico y al tren que viene detrás, el cual se detendrá inmediatamente guardando la distancia correspondiente.

Si un tren viene detrás y no logra comunicarse con el tren puntero, por seguridad detendrá su tren y solicitará a Control de Tráfico instrucciones.

Los controladores de tráfico tendrán la obligación de supervisar y anotar en la tabla de trenes todos los datos de los trenes que se encuentran circulando a lo largo de la vía.

Todos los trenes al aproximarse a centros poblados y Pasos a Nivel lo harán a velocidad restringida, tocando las pitadas reglamentarias 400 metros antes y no deberán pasar una velocidad que no exceda de 15 Kph.

Los miembros de la tripulación deben inspeccionar constantemente la carga del tren, mientras el tren este en movimiento, atentos a señales e indicaciones de defectos en la vía y el tren, si se descubren defectos mientras el tren está en movimiento, se debe detener inmediatamente y solucionar el problema o pedir apoyo.

### **2.3. Definición de términos básicos:**

#### **2.3.1. Actividad Ferroviaria:**

Acciones relacionadas con la construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura ferroviaria; con el servicio de transporte ferroviario y en general con la gestión integral o parcial de los ferrocarriles.

**2.3.2. Concesión:**

Es el acto administrativo por el cual el Concedente, otorga derechos a personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, para el desarrollo de la actividad ferroviaria y la explotación de la infraestructura vial ferroviaria por un plazo determinado de acuerdo a contrato.

**2.3.3. Destinatario:**

Persona natural o jurídica a cuyo nombre está dirigida la mercancía.

**2.3.4. Desvío:**

Vía auxiliar conectada por uno o ambos lados a la vía principal, o a un ramal, o a otro desvío, para permitir las operaciones ferroviarias.

**2.3.5. Operador Ferroviario:**

Persona natural o jurídica, nacional o extranjera, pública o privada que cuenta con Permiso de Operación expedido por la Autoridad Competente, para prestar servicio de transporte ferroviario de pasajeros y/o mercancías.

**2.3.6. Monitoreo ambiental:**

Es una de las herramientas de vital importancia para las evaluaciones integrales de calidad ambiental, las cuales son más complejas, y permiten medir las tendencias temporales y espaciales de la calidad del ambiente; identificar fuentes contaminantes y medir los efectos de dichos contaminantes sobre los componentes ambientales.



**2.3.7. Protocolo:**

Es un documento guía que contiene pautas, instrucciones, directivas y procedimientos establecidos para desarrollar una actividad específica.

**2.3.8. Emisiones:**

Descarga continua o discontinua a la atmosfera de sustancias o elementos al aire en estado sólido, líquido o gaseoso, o alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.

**2.3.9. Locomotoras:**

Es el material rodante con motor que se utiliza para dar tracción a los trenes, siendo, por tanto, una parte fundamental de estos.

**2.3.10. Contaminante:**

Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del medio en que se encuentra o cuya concentración excede los niveles permisibles, y es susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente.

**2.3.11. Contaminante del aire:**

Sustancia o elemento que, en determinados niveles de concentración en el aire, genera riesgos a la salud y al bienestar humano.

**2.3.12. Muestreador de bajo volumen:**

Equipo designado por la US EPA para la medición de PM-10 y PM-2.5 bajo volumen. Es un muestreador de aire secuencial que tiene 03

sensores (flujo de masa, temperatura ambiental y presión atmosférica). Las partículas son clasificadas por medio de un separador aerodinámico (cabezal) y después colectadas en un filtro de cuarzo para su posterior cuantificación y análisis.

**2.3.13. Material particulado:**

También denominado “partículas en suspensión”. Son fragmentos sólidos o gotas de líquido de tamaño pequeño que pueden tener composición química diversa. La concentración de partículas en aire se expresa en mg o µg (miligramo o microgramo) de partículas por m<sup>3</sup> de aire. El diámetro mayor de las partículas es su propiedad más importante. Se denomina “PM<sub>10</sub>” a las partículas de diámetros inferiores a 10 µm (micrómetros o micras), y “PM<sub>2,5</sub>” a las de diámetros inferiores a 2,5 micras (µm).

**2.3.14. Monóxido de Carbono (CO):**

Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Resulta tóxico a concentraciones elevadas en exposiciones cortas de tiempo. Más del 90% del CO atmosférico proviene de fuentes naturales, de manera muy especial de la oxidación del metano. Entre las fuentes antropogénicas destaca el transporte y, en menor medida, las plantas de combustión, las instalaciones de tratamiento y distribución de combustibles fósiles.

**2.3.15. Óxidos de Azufre (SO<sub>x</sub>):**

Grupo de gases incoloros que se producen durante la combustión de toda sustancia que contenga Azufre. Naturalmente, proviene de la oxidación del sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) en el metabolismo anaerobio

de la materia orgánica. La fuente antropogénica principal es la quema de combustibles fósiles.

#### **2.3.16. Óxidos de Nitrógeno (NOx):**

Grupo de gases muy reactivos, principalmente formado por óxido nítrico (NO) y dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Estos contaminantes tienen un origen antropogénico, en especial en reacciones de combustión a temperaturas elevadas. En la atmósfera, los NOx pueden contribuir a la formación de Ozono (O<sub>3</sub>); fotoquímico que trae consecuencias para la salud.

#### **2.3.17. Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S):**

Es un gas incoloro, inflamable y extremadamente peligroso con olor a “huevo podrido”. Ocurre de forma natural en petróleo crudo y gas natural, y puede ser producido por la descomposición de materia orgánica y desechos humanos/animales (por ejemplo, aguas negras). Es más pesado que el aire y puede acumularse en áreas bajas y cerradas, pobremente ventiladas, como sótanos, bocas de registros, bóvedas subterráneas para líneas de alcantarillado y teléfonos/eléctricas.

#### **2.3.18. Metales totales:**

Elementos metálicos con alto peso atómico (Mercurio, Cromo, Cadmio, Arsénico, Plomo y otros). Algunos de ellos, como el Manganeso, el Cobre y el Zinc son elementos esenciales de la dieta y su ausencia puede provocar enfermedades serias. Otros, como el Mercurio, el Plomo y el Cadmio, no tienen funciones biológicas y su presencia,

incluso en cantidades muy pequeñas puede ser causa de envenenamiento. Las actividades humanas como la minería, las fundiciones, el vertido de residuos, la incineración de basura y el añadido de plomo a la nafta, han aumentado la cantidad de metales pesados que circulan en el medio ambiente, lo que ocasiona importantes daños. Al no poder ser destruidos, sólo se pueden transformar de un compuesto químico en otro.

#### **2.3.19. Tren de muestreo:**

Es un sistema ensamblado que sirve para colectar gases, fabricado en función a parámetros designados en las metodologías de ensayo. Entre los parámetros se encuentran el monóxido de Carbono (CO), dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S), Ozono (O<sub>3</sub>) y benceno.

### **2.4. Formulación de Hipótesis**

#### **2.4.1. Hipótesis General**

La afectación de los factores ambientales producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco – Lima – 2019 se da principalmente a la población y al aire.

#### **2.4.2. Hipótesis Específicos**

2.4.2.1. El nivel de ruido en las poblaciones que pasa el transporte ferroviario con carga de minerales de la vía Pasco – Lima supera los 84 db.

2.4.2.2. La calidad agua en los vertimientos en las estaciones ferroviario de la vía Pasco – Lima – 2019., no cumple con los límites máximos permisibles.

2.4.2.3. La calidad del aire y emisiones al contorno de las vías ferroviario de la vía Pasco – Lima – 2019. Se fuera de los estándares permitidos.

## **2.5. Identificación de Variables**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

- Actividad Ferroviaria

### **2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

- Afectación de Factores Ambientales

### **2.5.3. VARIABLE INTERVINIENTE**

- Minerales
- Tiempo Climático

## **2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores**

Los indicadores fueron:

- Los parámetros físicos
- Normativa Ambiental Peruano.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo descriptivo ya que tiene el propósito evaluar o examinar los efectos que se manifiestan en la variable dependiente cuando se introduce la variable independiente, es decir, se trata de probar una relación causal.

#### **3.2. Métodos de investigación**

El método que se empleara consta de la ubicación de la zona de estudio, realización del muestreo de parámetros físicos en campo, toma de muestras, análisis de muestras, cálculo con la aplicación de fórmulas y posteriormente se realizó la interpretación con la cual se determina la calidad de agua en sus diferentes tramos.

### 3.3. Diseño de investigación

El diseño de nuestra investigación es no experimental cuantitativa el objetivo se centra en controlar el fenómeno a estudiar, emplea el razonamiento hipotético-deductivo. Emplea muestras representativas, como estrategia de control y metodología cuantitativa para analizar los datos.

### 3.4. Población y muestra

#### Población

La población está compuesta por el área total 360 kilómetros de la vía férrea desde Pasco-Lima.

#### Muestra

La muestra estará representada por pruebas de lodos 1000 kilos.

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.5.1. Técnicas:

Para la recolección de los datos se utilizaron las siguientes técnicas

- ✓ **Ficha de Observación:** Observación del campo para explorar, describir, identificar los vertimientos de agua residual
- ✓ **Recolección de Datos:** Consiste en la recolección de datos de parámetros de campo
- ✓ **Análisis:** Análisis de muestras de laboratorio acreditado

### **3.5.2. Instrumentos**

- ✓ Formatos de Recolección de datos
- ✓ Cámara Fotográfica
- ✓ Fichas, apuntes y notas en libreta.
- ✓ GPS

## **3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

### **3.6.1. Localización del área de estudio**

La empresa Ferrocarril Central Andina S.A. está conformada por Minas Buenaventura del Perú, Mitsui del Perú, Juan Olaechea y Cía. Inversiones Andino y Commonwealth Developmnet Corporation.

El Ferrocarril Central es el principal medio de transporte de productos minerales en la región central del país; cubre importantes áreas mineras ubicadas en el departamento de Pasco, Junín y Lima. Los principales puntos de embarque de productos mineros son la estación de Cerro de Pasco (con destino la Oroya y Patio Central-Callao) y La Oroya (con destino Patio Central-Callao).

Ferrovías Central Andina S.A. participó con resultados positivos en la licitación pública para obtener en Concesión del Estado Peruano, por un lapso de 30 años, la administración de la línea del ferrocarril más alto del mundo, con el objeto de trabajar en la Rehabilitación, Mantenimiento y Explotación de la vía ferroviaria ubicado en la zona del centro del País.



Entre los ferrocarriles más notables del mundo, por las dificultades técnicas vencidas y por el elevado nivel al que llega ascendiendo por la cordillera de los Andes, debe ser considerado sin lugar a dudas el que partiendo del Callao arriba a las ciudades de Huancayo y Cerro de Pasco, en la región central andina del Perú.

Es el único en Sudamérica, entre los de trocha estándar, que alcanza una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 4 781 m.s.n.m. en el túnel de Galera. Para la realización de las actividades de evaluación y medición de los factores ambientales se establecieron las estaciones de monitoreo.

En el Mapa N° 01 se muestra el recorrido que se realiza en el transporte desde la ciudad de Lima hasta la ciudad de Cerro de Pasco.

**Mapa 1: Recorrido que se realiza en el transporte desde la ciudad de Lima hasta la ciudad de Cerro de Pasco**



Fuente: Google Earth

### 3.6.2. Ubicación de los puntos de monitoreo

Para la evaluación ambiental de los factores ambientales que son afectados producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Lima – Pasco, para ello se realizara actividades de monitoreo de Agua, Suelo, Aire y Ruido para lo cual detallamos a continuación los Mapas de los puntos de monitoreo y la ubicación geográfica de los puntos de monitoreo. Asimismo, estas evidencias se pueden observar en las siguientes

**Imagen 6: Monitoreo de Parámetros Ambientales**



**Imagen 7: Monitoreo de Parámetros Ambientales**



### 3.6.3. Ubicación de los Puntos de Monitoreo de Agua

Los puntos de monitoreo de calidad de agua obtenidos en cada una de las estaciones establecidas en el área influencia del Sistema Ferroviario.

Para este caso se monitoreará los parámetros de campo: pH, Conductividad, Temperatura, Oxígeno disuelto y Cloro residual libre en las estaciones de monitoreo de calidad de agua establecidas.

Para la realización de las actividades de evaluación y medición de los factores ambientales se establecieron las estaciones de monitoreo.

**Mapa 2: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo-Calidad de Agua**



**Tabla 4: Ubicación geográfica de los puntos de Monitoreo de agua**

Estación de muestreo	Fecha de muestreo	Lugar de muestreo	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud (msnm)
				Este	Norte	
EF-01	01/12/2018	Callao	Ubicado a la salida del buzón final, en la fachada fuera de la estación.	0267537	8667551	9
EF-01	01/12/2018	Monserate	Ubicado a la salida de servicios higiénicos.	0277971	8668182	140
EF-01	03/12/2018	Chosica	Ubicado a la salida del buzón de servicios higiénicos.	0315766	8680172	857
EF-01	03/12/2018	Matucana	Buzón al costado de los servicios higiénicos.	0349003	8690294	2340
EF-01	03/12/2018	Casapalca	A 30 metros del comedor de la estación Casapalca.	0365170	8711584	4174
EF-01	08/12/2018	Oroya	Buzón de desagüe de la estación La Oroya.	0400765	8725960	3744
EF-01	12/12/2018	Cerro de Pasco	Buzón de desagüe de la estación Cerro de Pasco.	0361432	8817965	4318

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.6.4. Ubicación de los Puntos de Monitoreo de Aire

Los puntos de monitoreo de calidad de aire obtenidos en cada una de las estaciones establecidas en el área influencia del Sistema Ferroviario.

Para este caso se monitoreará las concentraciones de Material Particulado inferiores a 10 micras en la atmosfera ( $PM_{10}$ ), Material Particulado inferior a 2,5 micras en la atmósfera ( $PM_{2.5}$ ), Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Azufre ( $SO_2$ ), Dióxido de Nitrógeno ( $NO_2$ ), Sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) y Metales Totales ICP-MS; obtenidos en las estaciones de monitoreo de calidad de aire establecidas en el Sistema Ferroviario.

Para la realización de las actividades de evaluación y medición de los factores ambientales se establecieron las estaciones de monitoreo.



**Mapa 3: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo-Calidad de Aire**



**Mapa 4: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo-Calidad de Aire**



**Mapa 5: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo-Calidad de Aire**



**Mapa 6: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo-Calidad de Aire**





**Mapa 7: Ubicación de las Estaciones de Monitoreo-Calidad de Aire**



**Tabla 5: Ubicación geográfica de los puntos de Monitoreo de Aire**

Estaciones de muestreo	Fecha de muestreo	Lugar de Muestreo	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud (msnm)
				Este	Norte	
CA-01	30/11/2018	CALLAO	Ubicado en parte posterior al ingreso de riel, colindante a avenida Atalaya.	0268302	8667581	14
CA-02	30/11/2018	CALLAO	Ubicado cerca a garita principal, interior de la estación.	0267548	8667555	8
CA-01	01/12/2018	MONSERRATE	Ubicado a 5 m de la puerta de acceso de camiones y vehículos (Barlovento).	0277831	8668184	139
CA-02	01/12/2018	MONSERRATE	Ubicado a 6	0278210	8668151	142

			m de la caseta de seguridad, cercano a la línea férrea. A una distancia de 300 m de la puerta de la salida de ferrocarriles, parte posterior de la estación (Sotavento).			
CA-01	02/12/2018	CHOSICA	Ubicado en techo de puesto de mercado, colindante a estación Chosica.	0315721	8680117	856
CA-02	02/12/2018	CHOSICA	Ubicado en techo de aula de colegio, colindante a estación Chosica.	0315831	8680144	861
CA-01	04/12/2018	BALTA	Ubicado a 40 metros de la tranquera de ingreso (Barlovento).	0344720	8687310	2132
CA-02	04/12/2018	BALTA	Ubicado a 20 metros del tanque de agua (Sotavento).	0344939	8687434	2118
CA-01	05/12/2018	MATUCANA	Ubicado a 50 metros de tornamesa.	0348922	8690277	2 390
CA-02	05/12/2018	MATUCANA	Ubicado a 50 metros de comisaría Matucana.	0348996	8690337	2 390
CA-03	05/12/2018	MATUCANA	Ubicado en el techo del hospedaje	0348974	8690160	2 402



			El Imperial, plaza de armas Matucana.			
CA-01	06/12/2018	CASAPALCA	Barlovento de la estación Casapalca, lado este.	0365130	8711579	4180
CA-02	06/12/2018	CASAPALCA	Sotavento de la estación Casapalca, lado oeste.	0365220	8711589	4150
CA-01	07/12/2018	YAULI	Sotavento de la estación Yauli.	0381468	8710179	4106
CA-02	07/12/2018	YAULI	Barlovento de la estación Yauli.	0381473	8710220	4160
CA-03	07/12/2018	YAULI	A 50 metros de la garita control de la estación Yauli.	0381429	8710180	4116
CA-01	08/12/2018	LA OROYA	A 20 metros de las oficinas administrati vas.	0400863	8726070	3750
CA-02	08/12/2018	LA OROYA	A 10 metros de la garita control de la estación La Oroya.	0400956	8726080	3750
CA-03	08/12/2018	LA OROYA	A 20 metros del ingreso posterior de la estación La Oroya.	0400546	8725980	3732
CA-01	10/12/2018	PASCO	Parte sur de las oficinas administrati vas.	E 0361547	8818473	4 209
CA-02	10/12/2018	PASCO	Parte norte del taller.	E 0361300	8817593	4 310

**Fuente: Elaboración Propia**

### **3.6.5. Ubicación de los Puntos de Monitoreo de Emisiones**

Los puntos de monitoreo de calidad de emisiones obtenidos en cada una de las estaciones establecidas en el área influencia del Sistema Ferroviario.

A continuación, se muestran los parámetros de ensayo analizados en las estaciones de monitoreo establecidas serán Monóxido de carbono (CO), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>).

Para la realización de las actividades de evaluación y medición de los factores ambientales se establecieron las estaciones de monitoreo.

**Tabla 6: Descripción de la Estación de Monitoreos**

Estación de muestreo	Fecha de muestreo	Estación	Hora de muestreo
Locomotora 701	13/12/2018	Callao	14:30
Locomotora 533	13/12/2018	Callao	15:20
Locomotora 539	13/12/2018	Callao	17:10
Locomotora 1021	03/12/2018	Chosica	20:20
Locomotora 1014	03/12/2018	Chosica	20:50
Locomotora 1032	04/12/2018	Balta	12:43

Locomotora 1001	04/12/2018	Balta	13:01
Locomotora 1010	12/12/2018	Oroya	15:45
Locomotora 1005	10/12/2018	Cerro de Pasco	15:00
Locomotora 608	11/12/2018	Cerro de Pasco	09:00

**Fuente: Elaboración Propia**

### **3.6.6. Ubicación de los Puntos de Monitoreo de Ruido**

Los puntos de monitoreo de ruido obtenidos en cada una de las estaciones establecidas en el área influencia del Sistema Ferroviario.

La metodología aplicada en el monitoreo de ruido ambiental es la dispuesta en las siguientes Normas Técnicas Peruanas:

1. NTP-ISO 1996-1:2007: ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 1: Índices básicos y procedimientos de evaluación.
2. NTP-ISO 1996-2:2008: ACÚSTICA. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.

En base a este criterio establecido se utilizará el siguiente descriptor: Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (LAeqT), el que será evaluado como criterio de aceptación del ruido, el cual se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 7: Estándares de la calidad Ambiental de Ruido en el Perú**

Zonas de Aplicación	Valores Expresados en LAeqT *	
	Horario	
	Diurno	Nocturno
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

(\*) DS 085-2003-PCM.- Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

El monitoreo de Ruido Ambiental se desarrolló del 30 de noviembre al 12 de diciembre de 2018, en el área influenciada del sistema ferroviario; donde las estaciones muestreadas se detallan a continuación.

**Tabla 8: Descripción de la Estación de Monitoreos**

Estaciones de monitoreo	Fecha de muestreo	Lugar de Muestreo	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84		Altitud (msnm)
				Este	Norte	
RU - 01	30/11/2018 01/12/2018	CALLAO	A 7 metros de la escalera de vista de ferrocarriles y línea férrea.	0268147	8667580	7
RU - 02	30/11/2018 01/12/2018	CALLAO	A 100 metros de la puerta posterior de Ferrovías, a 2 metros del límite con empresa Impala.	0267942	8667605	7
RU - 03	30/11/2018 01/12/2018	CALLAO	A 100 metros de la puerta posterior de Ferrovías, a 2 metros del límite con empresa Impala.	0267975	8667627	6
RU - 04	30/11/2018 01/12/2018	CALLAO	Intersección de ferrocarril, parte posterior de la estación.	0268146	8667629	7
RU - 01	01/12/2018 02/12/2018	MONSERRATE	Puerta principal Ferrovías Monserrate.	0277967	8668122	141

RU - 02	01/12/2018 02/12/2018	MONSERRATE	Barranda de Monserrate, a 25 metros de la comisaría Monserrate, lado izquierdo Ferrovías.	02780248668120	140
RU - 03	01/12/2018 02/12/2018	MONSERRATE	Ferrovías lado derecho de la estación.	02778158668142	141
RU - 04	01/12/2018 02/12/2018	MONSERRATE	A 3 metros de la puerta de entrada de camiones y vehículos.	02778208668173	140
RU - 01	02/12/2018 03/12/2018	CHOSICA	Techo de mercado, a 20 metros de la estación Chosica.	03157298680126	856
RU - 02	02/12/2018 03/12/2018	CHOSICA	Techo de colegio, Ferrovías.	03158318680147	861
RU - 03	02/12/2018 03/12/2018	CHOSICA	A 3 metros del riel del tren, salida de parte posterior del ferrocarril.	03158498680341	865
RU - 04	02/12/2018 03/12/2018	CHOSICA	A 7 metros del puente de acceso a parte posterior de Ferrovías. Ubicado dentro de Ferrovías.	03158148679980	860
RU - 01	04/12/2018 05/12/2018	BALTA	Ubicado a 40 metros de la tranquera de ingreso (Barlovento).	03447588687321	2130
RU - 02	04/12/2018 05/12/2018	BALTA	Ubicado a 20 metros del tanque de agua (Sotavento).	03449108687418	2128
RU - 01	05/12/2018 06/12/2018	MATUCANA	Ubicado a 50 metros de tornamesa.	03489308690256	2390
RU - 02	05/12/2018 06/12/2018	MATUCANA	Ubicado a 50 metros de comisaría Matucana.	03490188690315	2390
RU - 03	05/12/2018 06/12/2018	MATUCANA	Ubicado en el techo del hospedaje El Imperial, plaza de armas Matucana.	03489748690160	2402
RU - 01	08/12/2018 09/12/2018	LA OROYA	Al frente de la ex municipalidad.	04009168726102	3742
RU - 02	08/12/2018 09/12/2018	LA OROYA	Al frente del monumento Héroes del Cenepa.	04007488726018	3745
RU - 03	08/12/2018 09/12/2018	LA OROYA	Portón lado oeste de la estación La Oroya.	04005958725894	3748

RU - 04	08/12/2018 09/12/2018	LA OROYA	A la espalda del campamento de la estación La Oroya.	04007068725900	3760
RU - 01	10/12/2018 11/12/2018	CERRO DE PASCO	Portón lado oeste de la estación de Cerro de Pasco.	03615478818489	4200
RU - 02	10/12/2018 11/12/2018	CERRO DE PASCO	Entre centro de acopio metálico y taller de mantenimiento mecánico.	03614398818099	4331
RU - 03	10/12/2018 11/12/2018	CERRO DE PASCO	Lado este de la estación de Cerro de Pasco.	03612858817572	4320

### 3.7. Tratamiento estadístico de datos

El tratamiento estadístico de la presente investigación se realizó con el programa Excel, lo cual permite realizar representaciones gráficas, que permitirán realizar comparaciones con las normas legales aplicables al estudio, de acuerdo a los parámetros evaluados (Aire, suelo, agua y ruido)

### 3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

En la presente investigación todos los muestreos fueron validados por el laboratorio TYPASA PERU acreditado por el organismo de acreditación INACAL con el registro N°LE-099, con esto se confirma la validez.

### 3.9. Orientación ética

El siguiente trabajo de investigación se realizó cumpliendo todos los procedimientos de las normas legales aplicables al estudio, en el momento del monitoreo de los parámetros evaluados (Aire, suelo, agua y ruido), Y los resultados con tales como se muestra en el ANEXO N°02 "Informe de Análisis de laboratorio" con valor oficial del laboratorio acreditado TYPASA PERÚ.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo en campo**

##### **4.1.1. Recolección de datos**

En esta parte se investigó todos los datos necesarios antes llegar al lugar donde se realizó el estudio

##### **4.1.2. Observación**

Se hizo el recorrido del todo el área de influencia directa para plantear cuáles serán los puntos de monitoreo.

##### **4.1.3. Monitoreo**

En este punto se tomaron las muestras establecidas en el punto de monitoreo teniendo en cuenta tener todos los materiales y documentos antes del monitoreo, cumplir con todos los procedimientos en el momento del monitoreo y por último ser cuidadoso con el almacenamiento y envió para la evaluación el laboratorio acreditado

#### 4.1.4. Análisis del monitoreo

El Laboratorio encargado en este caso. TYPESA PERÚ procesará las muestras y emitirá un informe del análisis de laboratorio como los datos obtenidos.

### 4.2. Presentación de Resultados

Los resultados obtenidos con su respectiva discusión de la presente investigación denominado evaluación ambiental de los factores ambientales que son afectados producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco – Lima – 2019, se muestran a continuación.

#### 4.2.1. Análisis e Interpretación de los Puntos de Monitoreo de Agua

**Tabla 9: Resultados del Monitoreo de Efluentes Domésticos (Callao, Monserrate, Chosica)**

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo			VMA <sup>(2)</sup>
		CALLAO EF – 01	MONSERRATE EF – 01	CHOSICA EF – 01	
<b>Análisis de campo</b>					
pH	Ud. pH	8,17	7,04	7,77	<b>6 – 9</b>
Temperatura	°C	24,4	24,6	22,3	<b>&lt; 35</b>
<b>Fisicoquímicos</b>					



Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo			VMA <sup>(2)</sup>
		CALLAO	MONSERRATE	CHOSICA	
		EF – 01	EF – 01	EF – 01	
Aceites y grasas	mg Aceite y grasa/L	48,83	1,0	1,05	<b>100<sup>(1)</sup></b>
Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg O <sub>2</sub> /L	249,5	14,4	5,4	<b>500<sup>(1)</sup></b>
Demanda química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	366,0	80,3	86,6	<b>1000<sup>(1)</sup></b>
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	mg TSS/L	96,0	19,1	137,6	<b>500<sup>(1)</sup></b>
Cianuro total	mg CN/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	<b>1</b>
Cromo hexavalente	mg Cr (VI)/L	< 0,001	< 0,001	< 0,001	<b>0,5</b>
Cloruros	mg Cl/L	166,21	28,245	26,048	<b>NP</b>
Fluoruros	mg F/L	0,28	0,147	0,116	<b>NP</b>
Fosfatos	mg PO <sub>4</sub> /L	16,53	0,827	1,916	<b>NP</b>
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> /L	2,01	3,999	7,268	<b>NP</b>
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> /L	< 0,1316	0,485	2,152	<b>NP</b>
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> /L	196,9	151,5	176,3	<b>500</b>
Sólidos sedimentables	ml/L	1,5	1,5	1,5	<b>8,5</b>

(1) D.S. N° 021-2009-VIVIENDA.- Aprueban Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

(2) D.S. N° 001-2015-VIVIENDA.- Se modifican diversos artículos del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, que aprobó los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario así como de su Reglamento.

NP: No presenta valor para este parámetro.

**Fuente: Tysa Perú.**

**Tabla 10: Resultados del Monitoreo de Efluentes Domésticos (La Oroya, Cerro de Pasco)**

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo		VMA <sup>(2)</sup>
		LA OROYA	CERRO DE PASCO	
		EF – 01	EF – 01	

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo		VMA <sup>(2)</sup>
		LA OROYA	CERRO DE PASCO	
		EF – 01	EF – 01	
pH	Ud. pH	7,39	8,22	<b>6 – 9</b>
Temperatura	°C	12,0	8,9	<b>&lt; 35</b>
Aceites y grasas	mg Aceite y grasa/L	6,15	4,79	<b>100<sup>(1)</sup></b>
Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg O <sub>2</sub> /L	63,1	21,1	<b>500<sup>(1)</sup></b>
Demanda química de Oxígeno (DQO)	mg O <sub>2</sub> /L	126,22	42,19	<b>1000<sup>(1)</sup></b>
Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	mg TSS/L	51,0	9,4	<b>500<sup>(1)</sup></b>
Cianuro total	mg CN/L	0,005	< 0,002	<b>1</b>
Cromo hexavalente	mg Cr (VI)/L	< 0,001	< 0,001	<b>0,5</b>
Cloruros	mg Cl/L	27,905	0,860	<b>NP</b>
Fluoruros	mg F/L	0,210	0,1072	<b>NP</b>
Fosfatos	mg PO <sub>4</sub> /L	5,36	< 0,1469	<b>NP</b>
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> /L	0,5036	0,5036	<b>NP</b>
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> /L	< 0,1316	0,3948	<b>NP</b>
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> /L	110,7	13,40	<b>500</b>
Sólidos sedimentables	ml/L	2,5	< 0,5	<b>8,5</b>

(1) D.S. N° 021-2009-VIVIENDA.- Aprueban Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

(2) D.S. N° 001-2015-VIVIENDA.- Se modifican diversos artículos del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, que aprobó los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo		VMA <sup>(2)</sup>
		LA OROYA	CERRO DE PASCO	
		EF – 01	EF – 01	

así como de su Reglamento.

NP: No presenta valor para este parámetro.

**Fuente: Tysa Perú.**

**Tabla 11: Resultados del Monitoreo de Efluentes domésticos (Callao, Monserrate, chosica)**

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo			VMA <sup>(2)</sup>
		CALLAO	MONSERRATE	CHOSICA	
		EF – 01	EF – 01	EF – 01	
Aluminio total	mg/L	0,21602	0,31265	0,64779	<b>10</b>
Antimonio total	mg/L	0,00190	0,00328	0,00302	<b>NP</b>
Arsénico total	mg/L	0,00495	0,00506	0,00718	<b>0,5</b>
Bario total	mg/L	0,03889	0,04431	0,08213	<b>NP</b>
Berilio total	mg/L	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005	<b>NP</b>
Boro total	mg/L	0,55182	0,45404	0,63074	<b>4</b>
Cadmio total	mg/L	0,00101	0,00122	0,00423	<b>0,2</b>
Calcio total	mg/L	77,37	81,72	127,8	<b>NP</b>
Cobalto total	mg/L	0,00123	0,00015	0,00080	<b>NP</b>
Cobre total	mg/L	0,01770	0,05213	0,15976	<b>3</b>
Cromo total	mg/L	0,00700	0,00113	0,00755	<b>10</b>
Estaño total	mg/L	0,01795	0,01843	0,04113	<b>NP</b>
Estroncio total	mg/L	0,85047	0,97283	1,363	<b>NP</b>
Hierro total	mg/L	0,25965	0,07848	3,188	<b>NP</b>
Litio total	mg/L	0,13375	0,13497	0,16133	<b>NP</b>
Magnesio total	mg/L	13,05	9,351	15,43	<b>NP</b>
Manganeso total	mg/L	0,04634	0,00495	0,05662	<b>4</b>
Mercurio total	mg/L	0,00047	0,00026	0,00020	<b>0,02</b>
Molibdeno total	mg/L	0,00456	0,00539	0,00513	<b>NP</b>
Níquel total	mg/L	0,00550	< 0,00007	< 0,00007	<b>4</b>
Plata total	mg/L	0,0001	< 0,00002	< 0,00002	<b>NP</b>
Plomo total	mg/L	0,03102	0,01486	0,08983	<b>0,5</b>

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo			VMA <sup>(2)</sup>
		CALLAO	MONSERRATE	CHOSICA	
		EF – 01	EF – 01	EF – 01	
Potasio total	mg/L	58,98	4,374	5,893	<b>NP</b>
Selenio total	mg/L	< 0,0021	< 0,0021	< 0,0021	<b>NP</b>
Silicio total	mg/L	7,630	6,612	11,59	<b>NP</b>
Sodio total	mg/L	115,1	22,37	37,59	<b>NP</b>
Talio total	mg/L	< 0,00004	< 0,00004	< 0,00004	<b>NP</b>
Titanio total	mg/L	0,00431	0,00164	0,00648	<b>NP</b>
Vanadio total	mg/L	0,00069	0,00079	0,00277	<b>NP</b>
Zinc total	mg/L	0,26803	0,15569	0,22667	<b>10</b>

(2) D.S. N° 001-2015-VIVIENDA.- Se modifican diversos artículos del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, que aprobó los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario así como de su Reglamento.

NP: No presenta valor para este parámetro.

**Fuente: Tysa Perú.**

**Tabla 12: Resultados del Monitoreo de Efluentes domésticos (La Oroya, Cerro de Pasco)**

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo		VMA <sup>(2)</sup>
		LA OROYA	CERRO DE PASCO	
		EF – 01	EF – 01	
Aluminio total	mg/L	0,72718	0,76656	<b>10</b>
Antimonio total	mg/L	0,01399	0,00064	<b>NP</b>
Arsénico total	mg/L	0,07751	0,00409	<b>0,5</b>
Bario total	mg/L	0,07158	0,01715	<b>NP</b>
Berilio total	mg/L	< 0,00005	< 0,00005	<b>NP</b>
Boro total	mg/L	0,09053	0,09592	<b>4</b>
Cadmio total	mg/L	0,00798	0,00030	<b>0,2</b>
Calcio total	mg/L	76,09	32,87	<b>NP</b>
Cobalto total	mg/L	0,00064	0,00015	<b>NP</b>
Cobre total	mg/L	0,69787	0,00878	<b>3</b>
Cromo total	mg/L	0,00436	0,00364	<b>10</b>
Estaño total	mg/L	0,00126	0,00082	<b>NP</b>

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo		VMA <sup>(2)</sup>
		LA OROYA	CERRO DE PASCO	
		EF – 01	EF – 01	
Estroncio total	mg/L	0,68759	0,10152	<b>NP</b>
Hierro total	mg/L	2,304	0,17919	<b>NP</b>
Litio total	mg/L	0,00591	0,00225	<b>NP</b>
Magnesio total	mg/L	15,71	4,032	<b>NP</b>
Manganeso total	mg/L	0,07802	0,01226	<b>4</b>
Mercurio total	mg/L	0,00046	< 0,00007	<b>0,02</b>
Molibdeno total	mg/L	0,00122	0,00074	<b>NP</b>
Níquel total	mg/L	0,00360	0,00565	<b>4</b>
Plata total	mg/L	0,0025	0,0001	<b>NP</b>
Plomo total	mg/L	0,00700	0,02616	<b>0,5</b>
Potasio total	mg/L	14,19	0,89910	<b>NP</b>
Selenio total	mg/L	< 0,0021	< 0,0021	<b>NP</b>
Silicio total	mg/L	4,362	1,004	<b>NP</b>
Sodio total	mg/L	29,33	4,033	<b>NP</b>
Talio total	mg/L	0,00014	< 0,00004	<b>NP</b>
Titanio total	mg/L	0,00486	0,00225	<b>NP</b>
Vanadio total	mg/L	0,00202	0,00081	<b>NP</b>
Zinc total	mg/L	4,217	0,10187	<b>10</b>

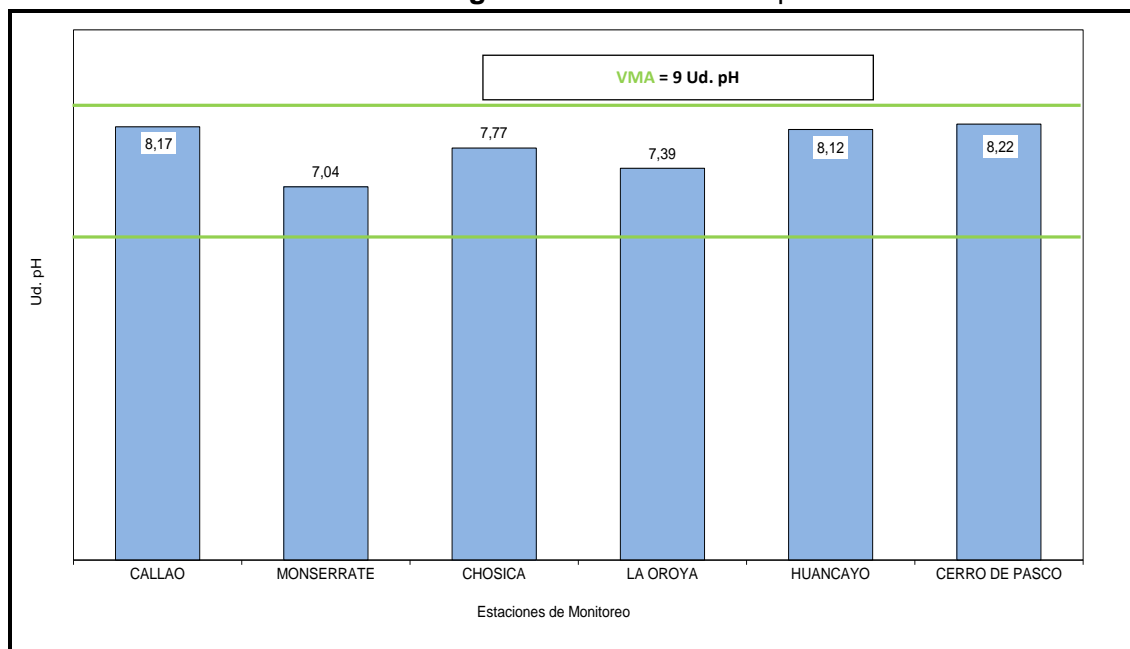
(2) D.S. N° 001-2015-VIVIENDA.- Se modifican diversos artículos del Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA, que aprobó los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario así como de su Reglamento.

NP: No presenta valor para este parámetro.

**Fuente: Tysa Perú.**

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo		VMA <sup>(2)</sup>
		LA OROYA	CERRO DE PASCO	
		EF - 01	EF - 01	

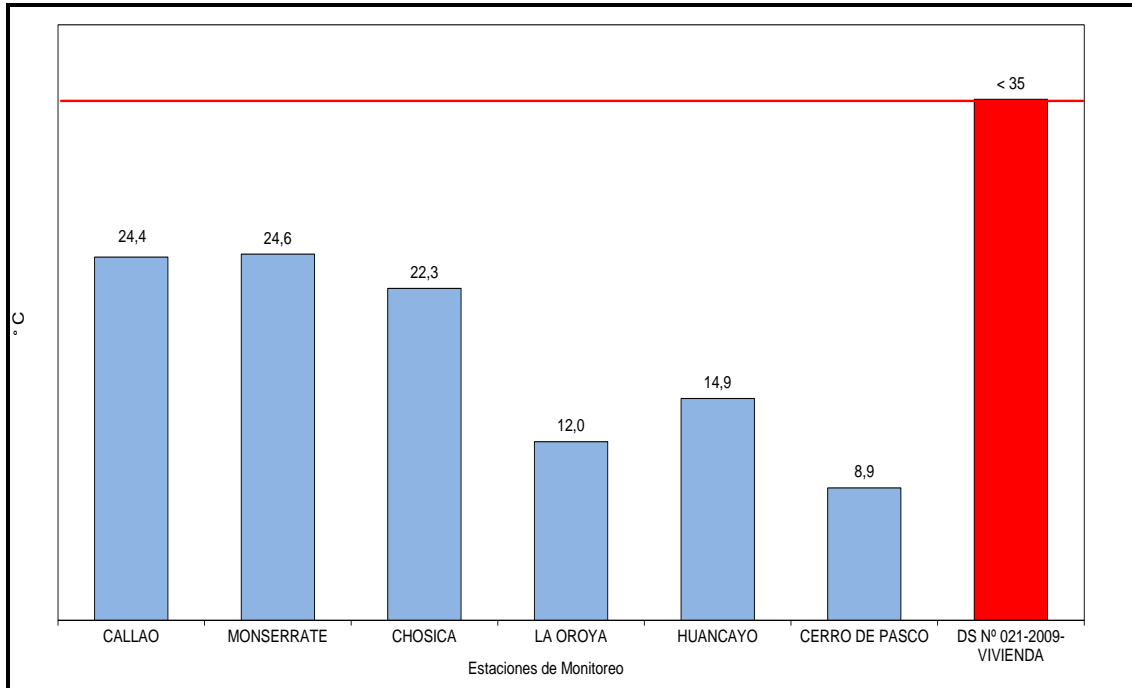
**Figura N° 01. Valores de pH**



Fuente: Tysa Perú.

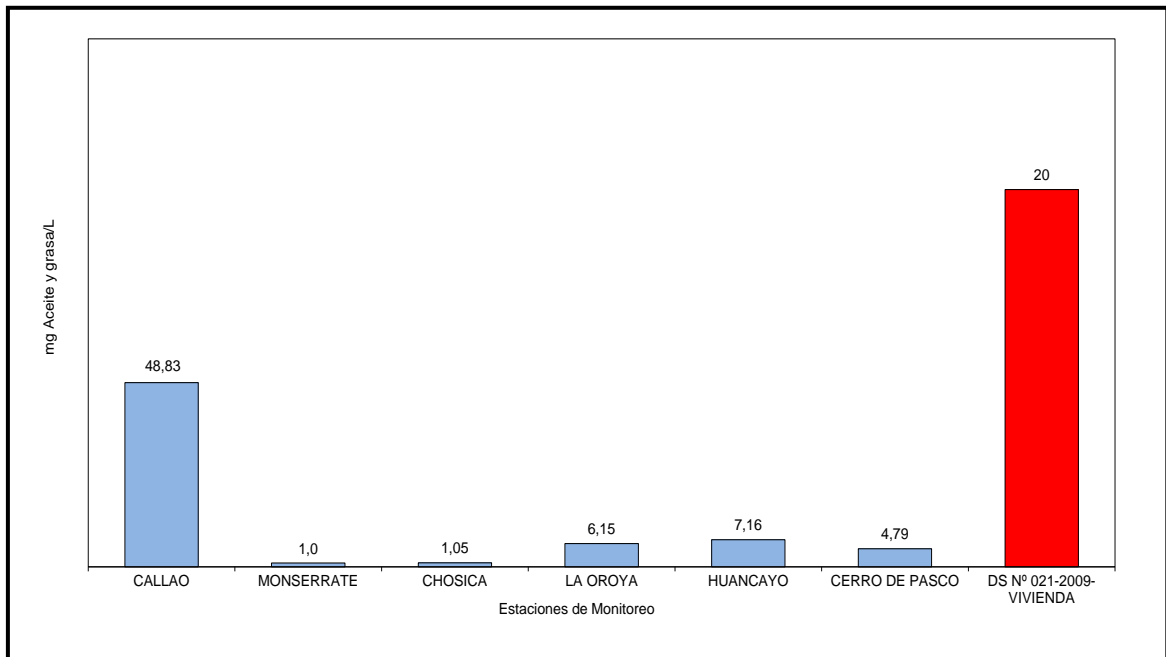
VMA = 6 Ud. pH

Figura N° 2. Valores de Temperatura (°C).



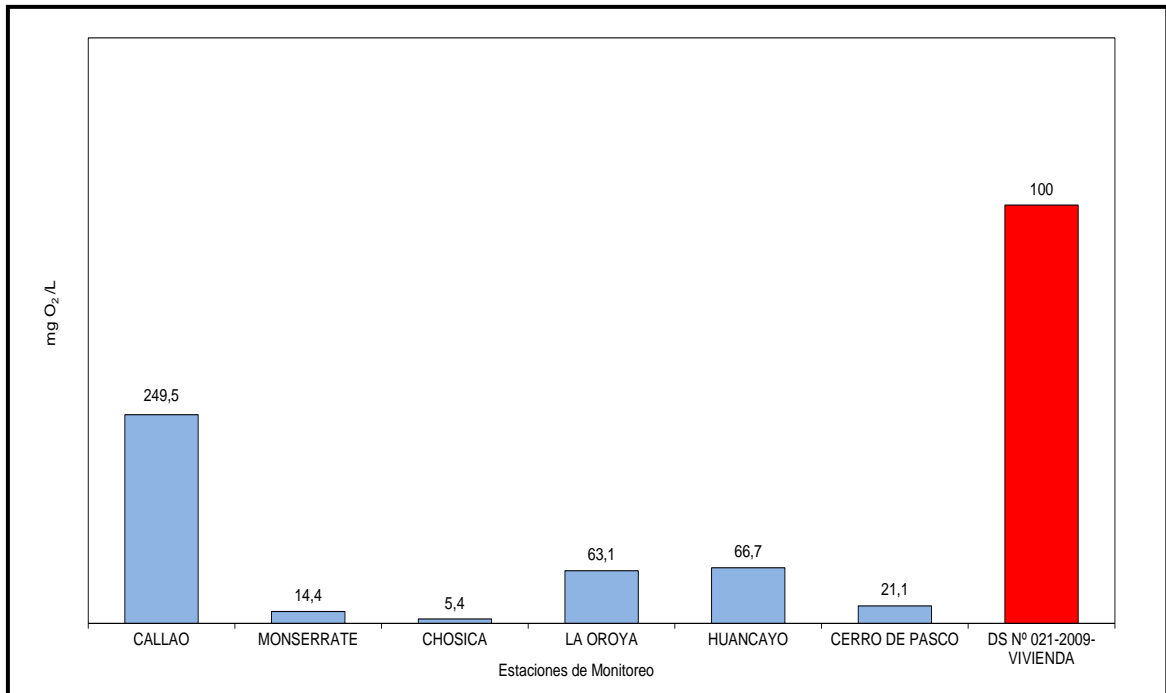
Fuente: Tysa Perú.

Figura N° 3. Valores de Aceites y grasas (mg Aceite y grasa/L).



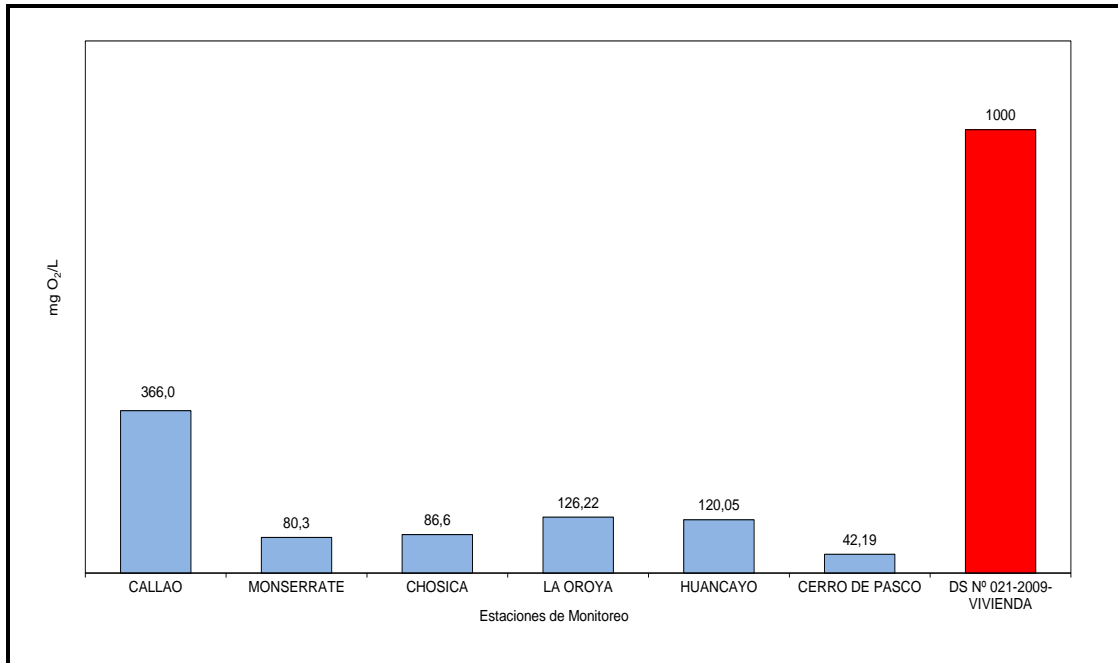
Fuente: Tysa Perú.

**Figura N° 4. Valores de Demanda bioquímica de Oxígeno – DBO (mg O<sub>2</sub>/L).**



**Fuente: Tysa Perú.**

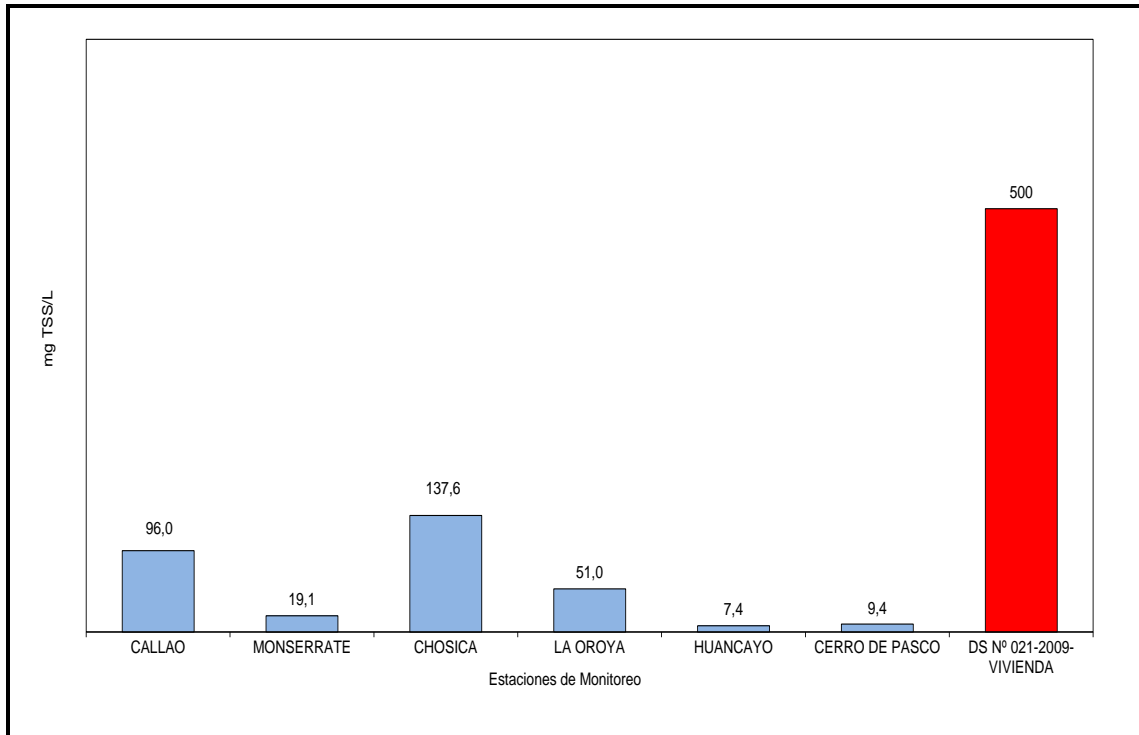
**Figura N° 5. Valores de Demanda química de Oxígeno – DQO (mg O<sub>2</sub>/L).**



**Fuente: Tysa Perú.**

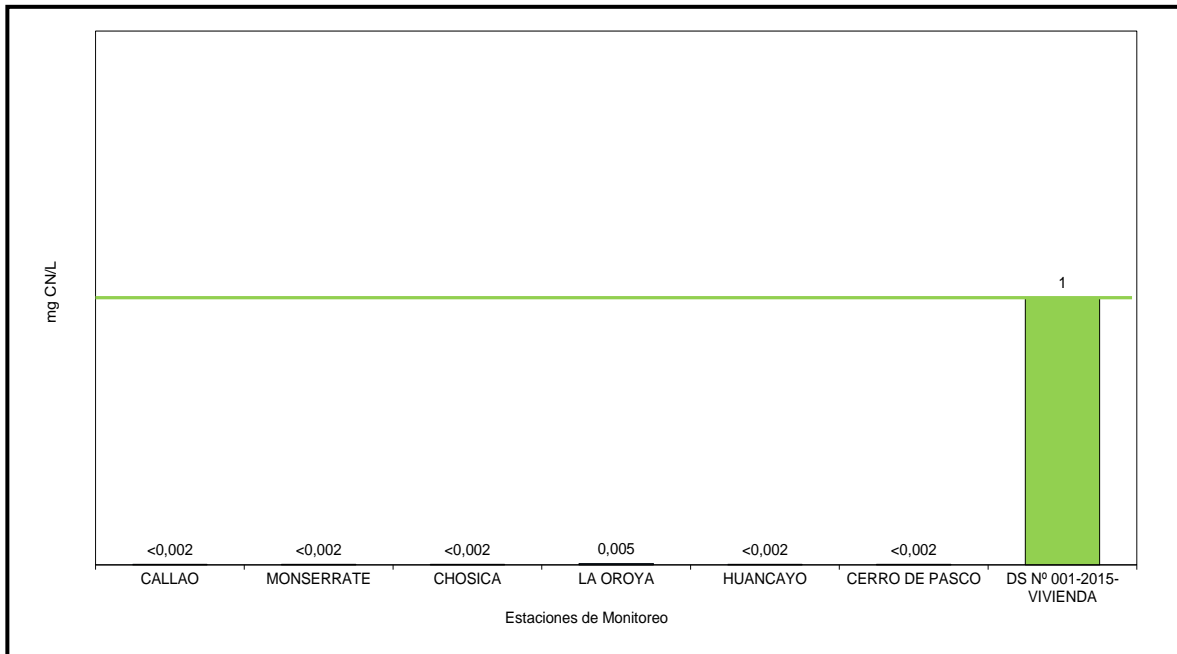


Figura N° 6. Valores de Sólidos totales en suspensión – TSS (mg TSS/L).



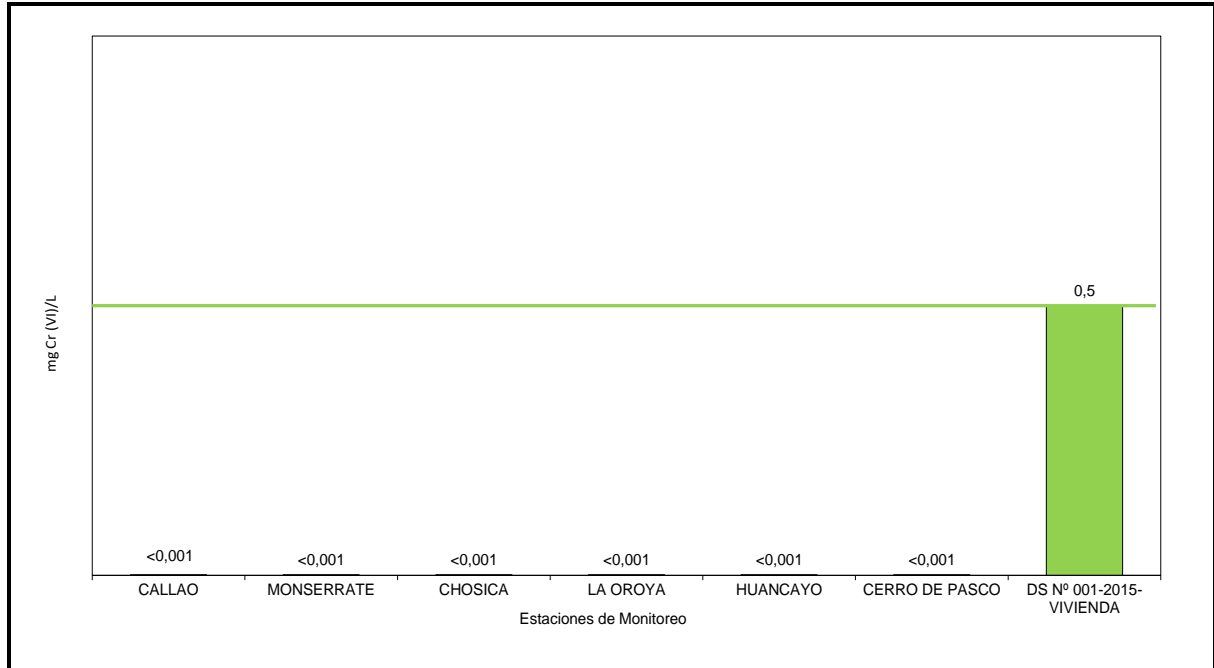
Fuente: Tyspa Perú.

Figura N° 7. Valores de Cianuro total (mg CN/L).



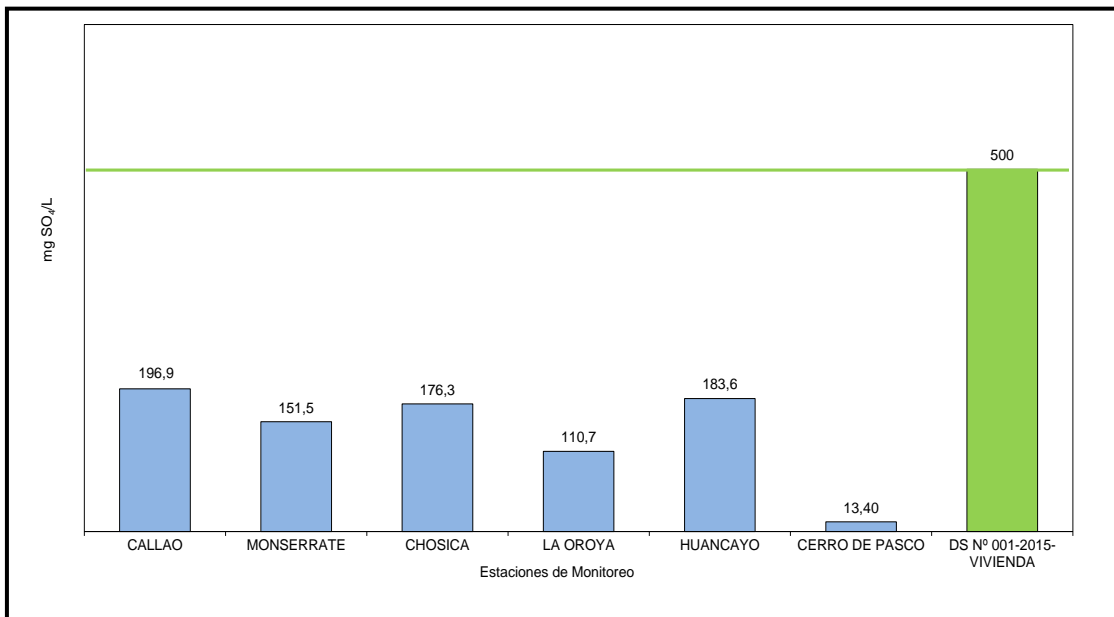
Fuente: Tyspa Perú.

**Figura N° 8. Valores de Cromo hexavalente (mg Cr (VI)/L).**



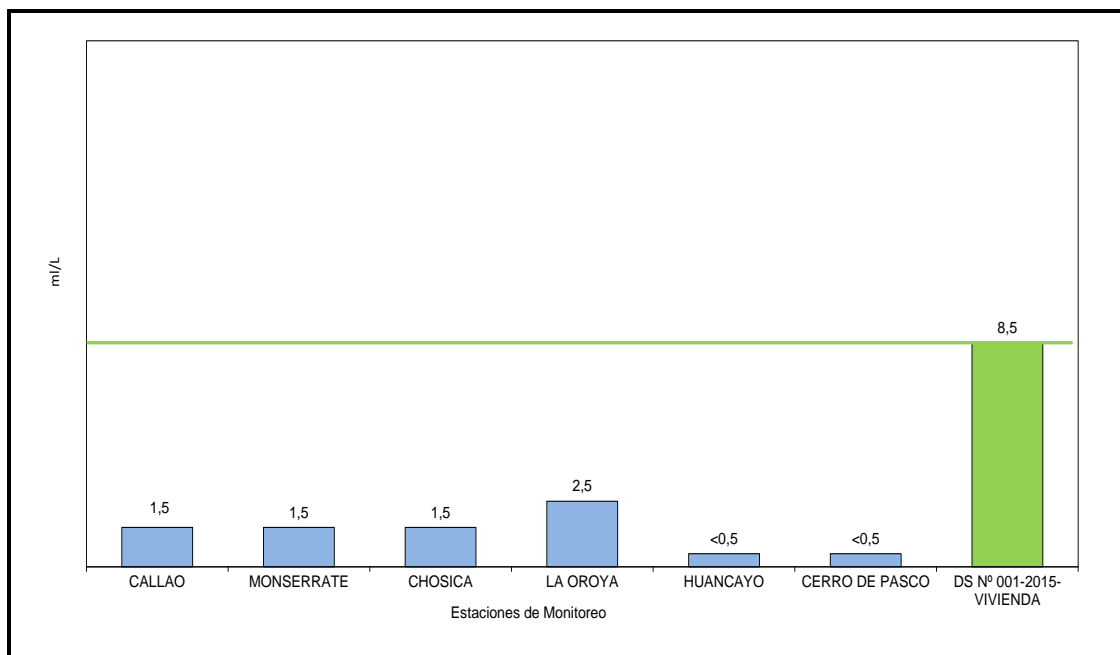
Fuente: Typsa Perú.

**Figura N° 9. Valores de Sulfatos (mg SO<sub>4</sub>/L).**



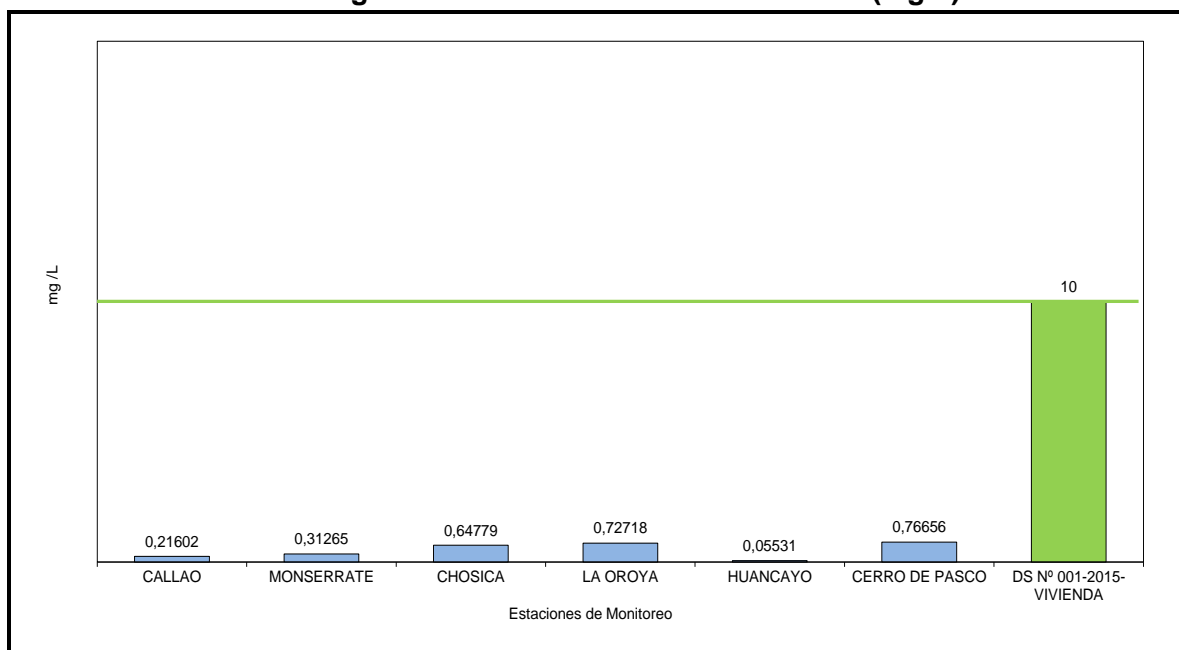
Fuente: Typsa Perú.

**Figura N° 10. Valores de Sólidos Sedimentables (ml/L).**



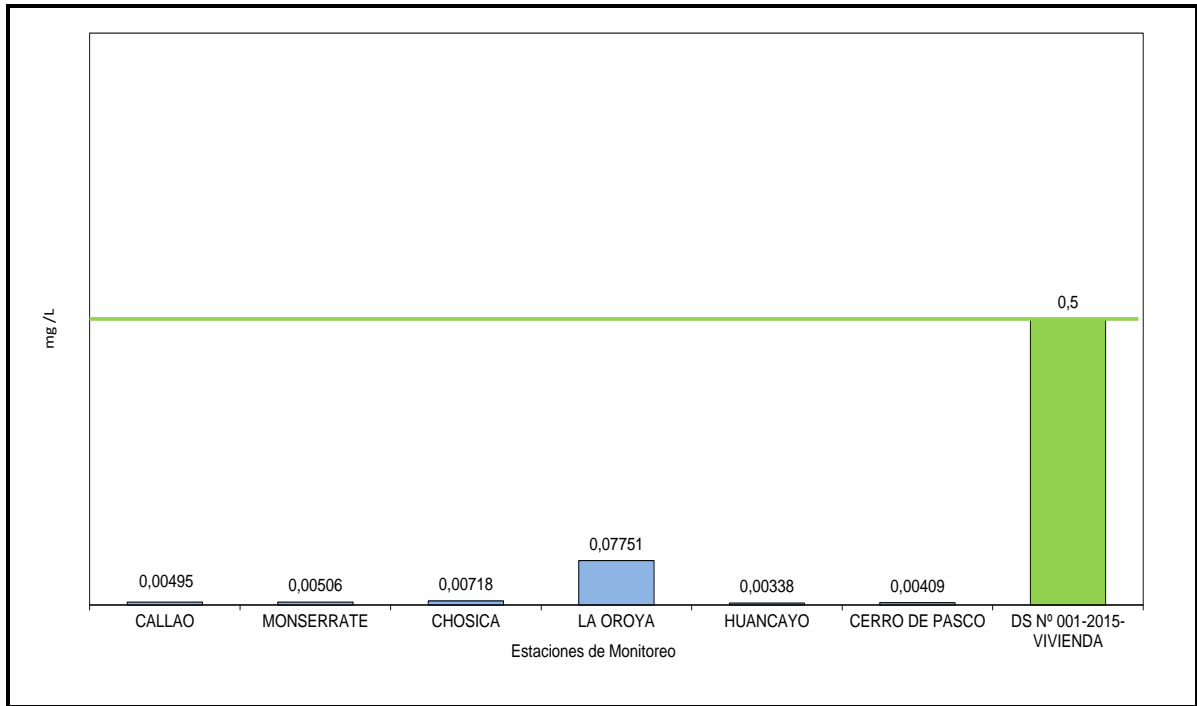
Fuente: Typsa Perú.

Figura Nº 11. Valores de Aluminio total (mg/L).



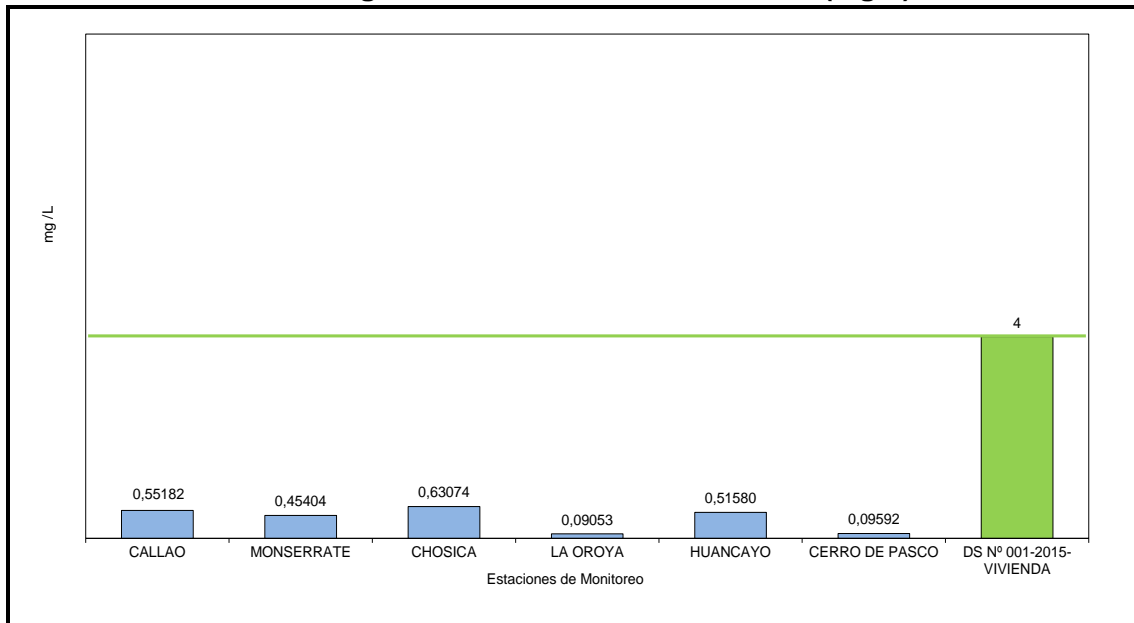
Fuente: Typsa Perú.

Figura Nº 12. Valores de Arsénico total (mg/L).



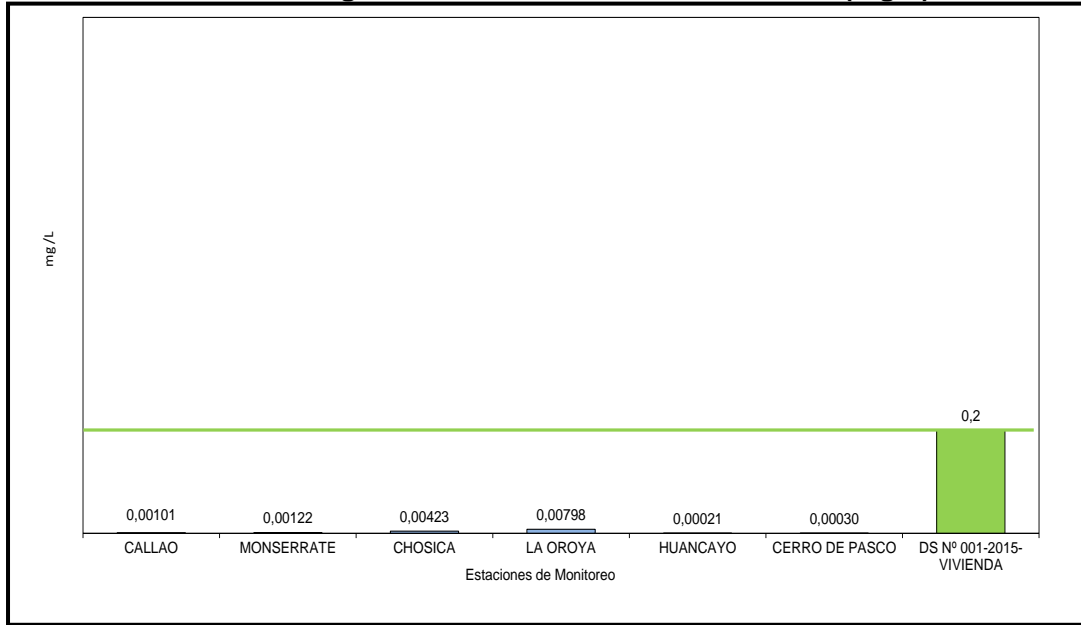
Fuente: Tysa Perú.

Figura N° 13. Valores de Boro total (mg/L).



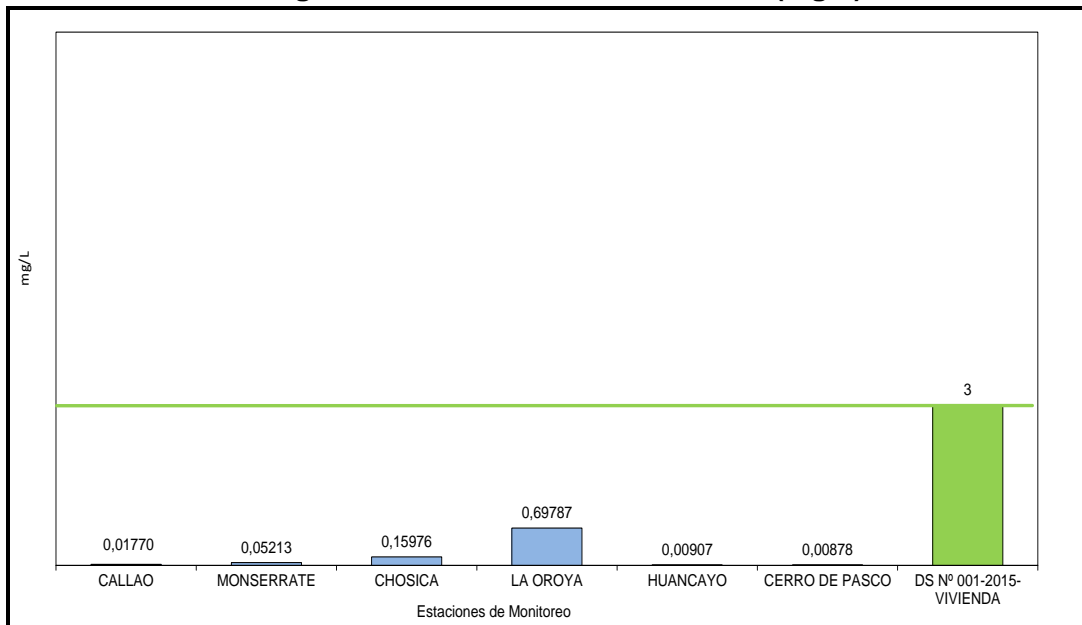
Fuente: Tysa Perú.

**Figura N° 14. Valores de Cadmio total (mg/L).**



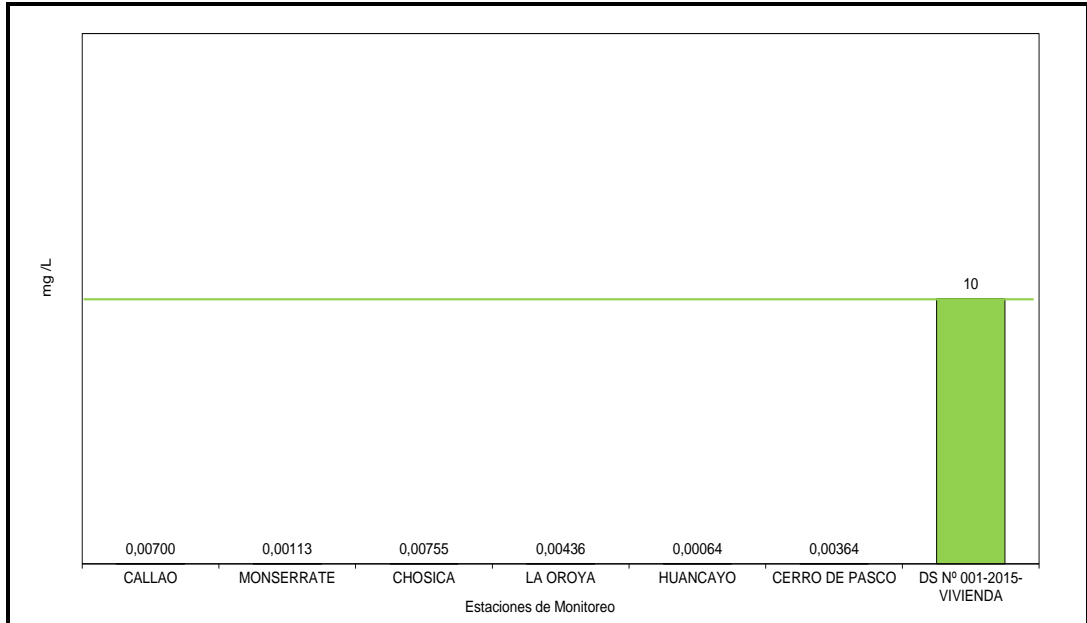
**Fuente: Typsa Perú.**

**Figura N° 15. Valores de Cobre total (mg/L).**



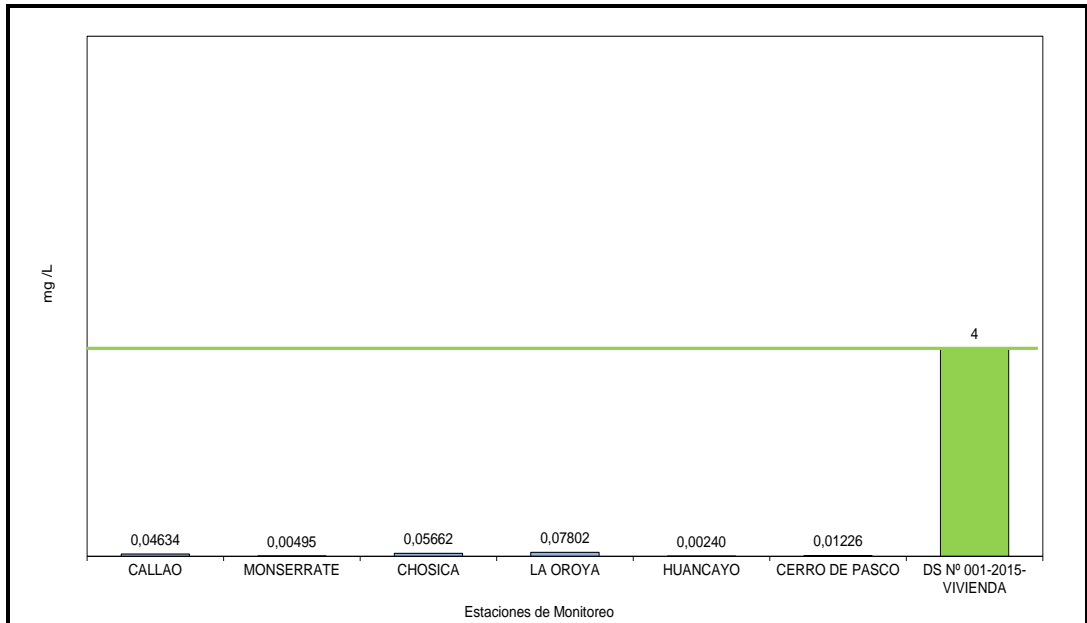
**Fuente: Typsa Perú.**

**Figura N° 16. Valores de Cromo total (mg/L).**



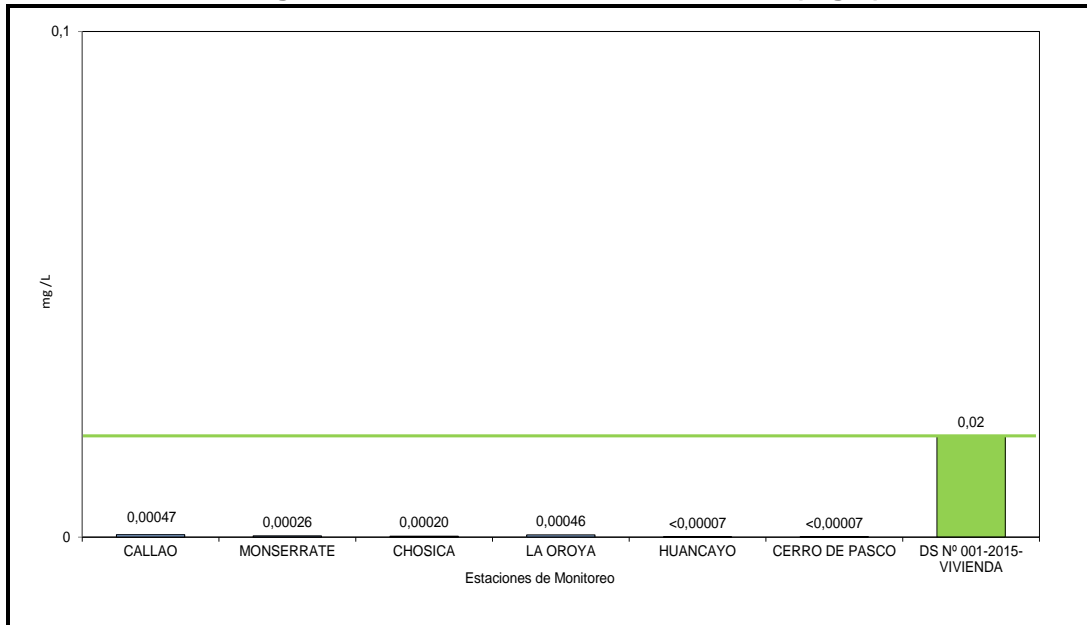
**Fuente: Tysa Perú.**

**Figura N° 17. Valores de Manganeso total (mg/L).**



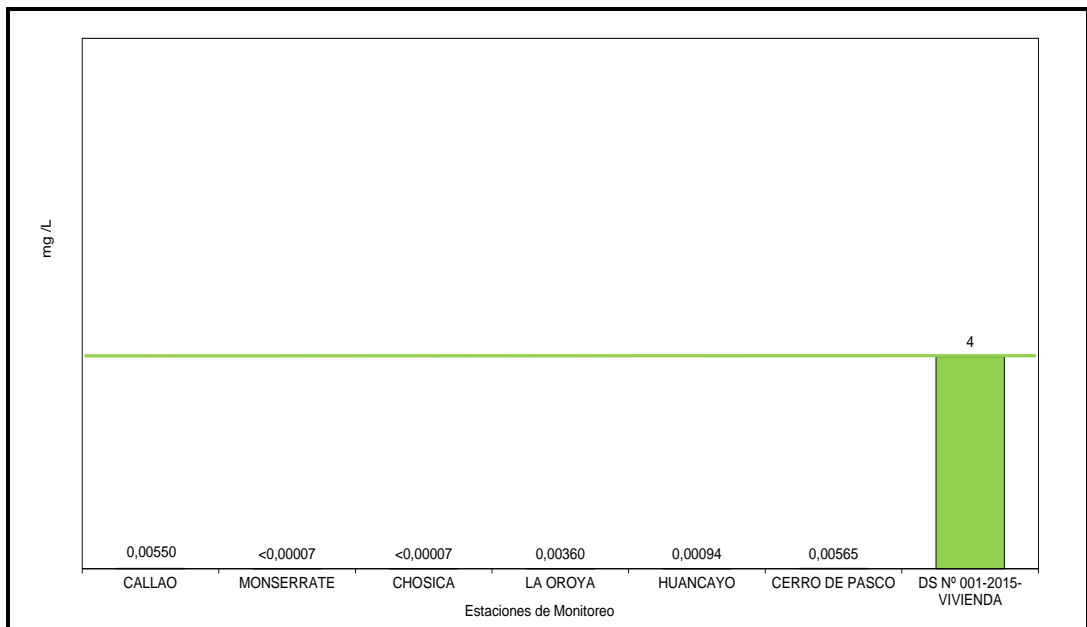
**Fuente: Tysa Perú.**

Figura N° 18. Valores de Mercurio total (mg/L).



Fuente: Tysa Perú.

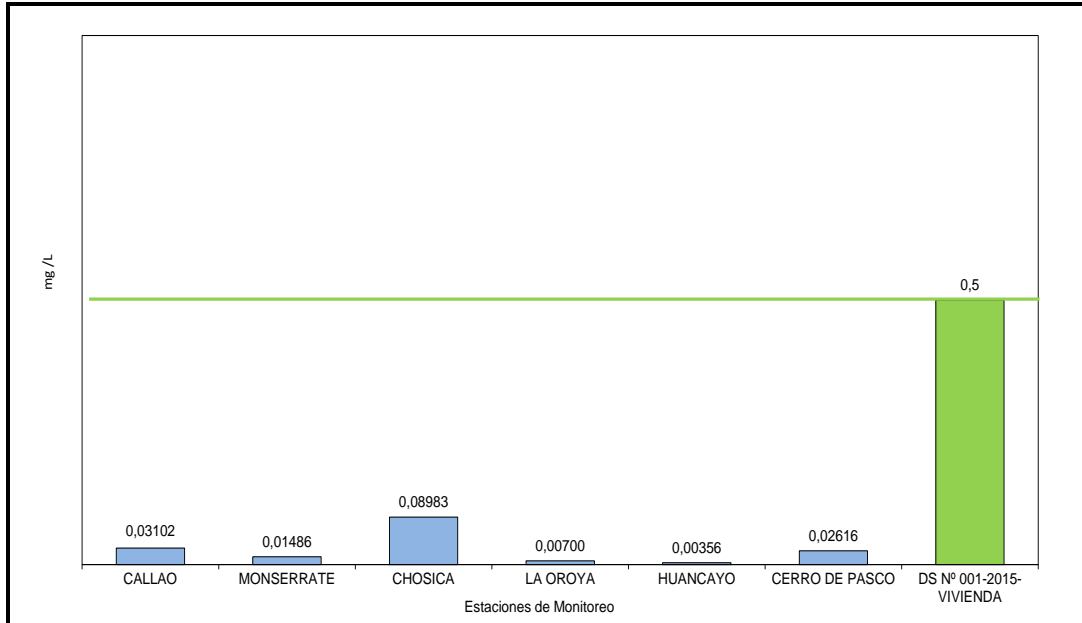
Figura N° 19. Valores de Níquel total (mg/L).



Fuente: Tysa Perú.

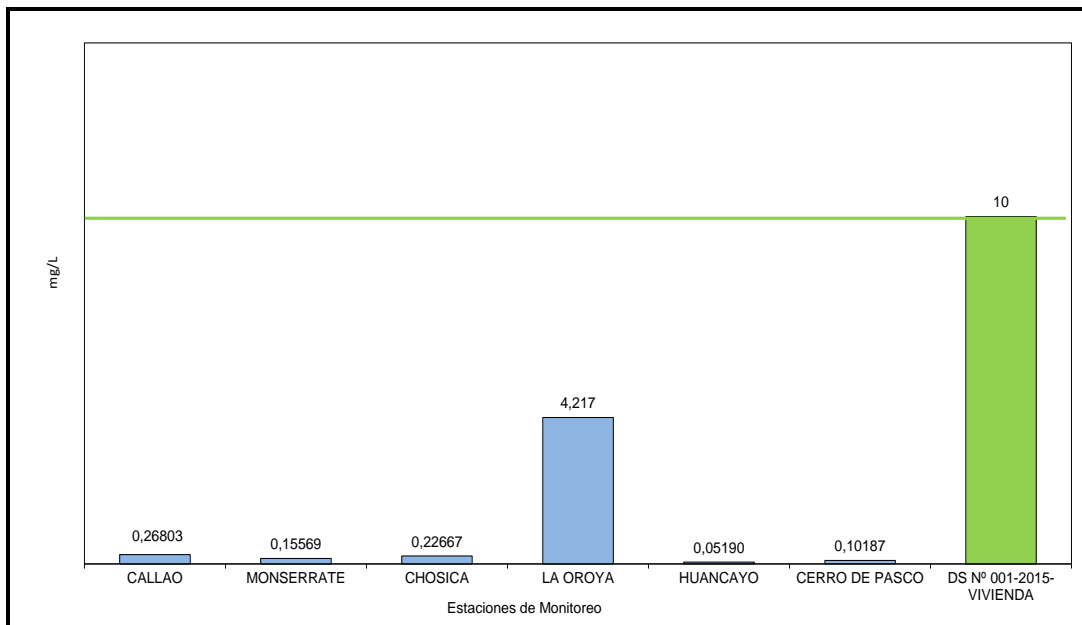
Fu

**Figura N° 20. Valores de Plomo total (mg/L).**



**Fuente: Typsa Perú.**

**Figura N° 21. Valores de Zinc total (mg/L).**



**Fuente: Typsa Perú.**



### **Interpretación de Resultados**

- En la **Tabla Nº 09 y Tabla Nº 10 y sus respectivos gráficos**; se muestran los resultados de los parámetros de campo y de laboratorio obtenidos en las estaciones Callao, Monserrate, Chosica, La Oroya y Cerro de Pasco; donde se observa que las estaciones presentan valores de pH, Temperatura, Aceites y grasas, DBO, DQO y TSS que se encuentran dentro de los límites establecidos en el DS Nº 003-2010-MINAM. Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. A excepción de la estación CALLAO en el parámetro de Aceites y grasas, DBO y DQO; que superan los límites establecidos en el decreto en mención.
- En la **Tabla 11 y Tabla 12**; se muestran los resultados de los parámetros de campo y de laboratorio obtenidos en las estaciones Callao, Monserrate, Chosica, La Oroya y Cerro de Pasco; donde se observa que las estaciones presentan valores de pH, Temperatura, Aceites y grasas, DBO, DQO, TSS, Cianuro total, Cromo hexavalente, Sulfatos, Sólidos sedimentables, Aluminio total, Arsénico total, Boro total, Cadmio total, Cobre total, Cromo total, Manganeso total, Mercurio total, Níquel total, Plomo total y Zinc total que se encuentran dentro de los límites establecidos en el DS Nº 021-2009-VIVIENDA, Aprueban Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario y en el DS Nº 001-2015-VIVIENDA, se modifican diversos artículos del Decreto Supremo Nº 021-2009-VIVIENDA, que aprobó los Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario así como de su Reglamento.

#### 4.2.2. Análisis de los Puntos de Monitoreo de Aire

**Tabla 13: Resultados den Calidad de Aire (Callao, Monserrate, Chosica)**

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo						Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, µg /m <sup>3</sup> std(*)
		CALLAO		MONSERRATE		CHOSICA		
		CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	
PM <sub>10</sub>	µg/St d m <sup>3</sup>	62,300	80,110	55,010	35,900	71,280	136,4	<b>100</b>
PM <sub>2.5</sub>	µg/St d m <sup>3</sup>	14,2	30,9	22,2	16,4	28,1	49,6	<b>50</b>
CO	µg/St d m <sup>3</sup>	< 654,81	< 654,81	< 654,81	< 654,81	< 654,81	< 654,81	<b>10 000</b>
NO <sub>2</sub>	µg/St d m <sup>3</sup>	< 7,73	< 7,73	< 7,73	< 7,73	< 7,73	< 7,73	<b>200</b>
SO <sub>2</sub>	µg/St d m <sup>3</sup>	< 13,00	< 13,00	< 13,00	< 13,00	< 13,00	< 13,00	<b>250</b>
H <sub>2</sub> S	µg/St d m <sup>3</sup>	< 2,832	< 2,832	< 2,832	< 2,832	< 2,832	< 2,832	<b>150</b>

(\*) Microgramos por metro cúbico standard a 25°C y 1 atm.

(<) Límite de detección del método de análisis.

(1) D.S. N° 003-2017-MINAM.- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

**Fuente: Typsa Perú.**

**Tabla 14: Resultados de Calidad de Aire-Metales Totales ICP-MS (Callao, Monserrate, Chosica)**

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo						Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, µg/m <sup>3</sup> std(*)
		CALLAO		MONSERRATE		CHOSICA		
		CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	
Aluminio	µg/St d m <sup>3</sup>	0,6342	1,187	0,6197	0,4206	1,103	2,412	<b>NP</b>
Antimonio	µg/St d m <sup>3</sup>	0,0160	0,0193	0,0022	0,0039	0,0028	0,0061	<b>NP</b>
Arsénico	µg/St d m <sup>3</sup>	0,07490	0,07620	< 0,01257	< 0,01257	< 0,01257	< 0,01257	<b>6 <sup>(2)</sup></b>
Bario	µg/St d m <sup>3</sup>	0,0748	0,1657	0,0736	0,0653	0,1116	0,1872	<b>NP</b>
Berilio	µg/St d m <sup>3</sup>	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	<b>NP</b>
Boro	µg/St d m <sup>3</sup>	0,0634	0,0705	0,0490	0,0568	0,0500	0,0705	<b>NP</b>

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo						Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ std(*)
		CALLAO		MONSERRATE		CHOSICA		
		CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	
Cadmio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0033	0,0162	0,0013	0,0007	0,0036	0,0026	NP
Calcio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	2,5350	4,6150	3,1530	2,5590	4,1510	6,5900	NP
Cobalto	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0007	0,0013	0,0005	0,0004	0,0008	0,0015	NP
Cobre	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,7645	0,7695	0,0188	0,0245	0,0392	0,0333	NP
Cromo	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0145	0,0147	0,0121	0,0153	0,0141	0,0145	NP
Estaño	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0060	0,0121	0,0035	0,0015	0,0021	0,0040	NP
Estroncio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0126	0,0292	0,0136	0,0142	0,0265	0,0406	NP
Hierro	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	1,690	5,103	0,9600	0,5626	1,776	3,444	NP
Litio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0009	0,0019	0,0014	0,0006	0,0014	0,0029	NP
Magnesio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,7395	1,0780	0,6766	0,4434	0,7814	1,5170	NP
Manganeso	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0489	0,1342	0,0238	0,0101	0,0471	0,0730	NP
Mercurio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,04398	0,29702	0,00574	0,00322	0,02662	0,00968	NP
Molibdeno	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0053	0,0034	0,0011	0,0010	0,0012	0,0019	NP
Níquel	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0098	0,0117	0,0074	0,0084	0,0063	0,0079	NP
Plata	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,00654	0,00839	0,00405	0,00132	0,00235	0,00195	NP
Plomo	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,3706	0,7991	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1,5
Potasio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,3446	0,5993	0,4193	0,2290	0,4382	0,1324	NP
Selenio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 0,0044	< 0,0044	< 0,0044	< 0,0044	< 0,0044	< 0,0044	NP
Silicio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	1,6711	3,1214	1,2632	1,1676	1,9696	4,4943	NP
Sodio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	6,455	7,557	5,288	4,579	3,800	6,180	NP
Talio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0001	0,0002	< 0,0001	< 0,0001	0,0001	0,0003	NP

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo						Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ std <sup>(*)</sup>
		CALLAO		MONSERRATE		CHOSICA		
		CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	
Titanio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0260	0,0564	0,0300	0,0158	0,0633	0,1518	<b>NP</b>
Vanadio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0186	0,0144	0,0071	0,0058	0,0072	0,0123	<b>NP</b>
Zinc	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,6100	3,2533	0,1367	0,0857	0,2846	0,1956	<b>NP</b>

(\*) Microgramos por metro cúbico standard a 25°C y 1 atm.

(<) Límite de detección del método de análisis.

(1) D.S. N° 003-2017-MINAM.- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(2) R.M. N° 315-96-EM/VMM.- Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero - metalúrgicas (19.07.96). Ministerio de Energía y Minas de la República del Perú.

**Tabla 15: Resultados de Calidad de Aire (Balta, Matucana y Casapalca)**

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo							Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ std <sup>(*)</sup>
		BALTA		MATUCANA			CASAPALCA		
		CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-03	CA-01	CA-02	
PM <sub>10</sub>	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	63,950	40,620	66,660	56,460	35,100	69,190	75,600	<b>100</b>
PM <sub>2.5</sub>	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	39,5	24,3	30,4	38,5	23,8	29,5	29,5	<b>50</b>
CO	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 654,81	< 654,81	< 654,81	< 654,81	< 654,81	< 654,81	< 654,81	<b>10 000</b>
NO <sub>2</sub>	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 7,73	< 7,73	< 7,73	< 7,73	< 7,73	< 7,73	< 7,73	<b>200</b>
SO <sub>2</sub>	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 13,00	< 13,00	< 13,00	< 13,00	< 13,00	< 13,00	< 13,00	<b>250</b>
H <sub>2</sub> S	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 2,832	< 2,832	< 2,832	< 2,832	< 2,832	< 2,832	< 2,832	<b>150</b>

(\*) Microgramos por metro cúbico standard a 25°C y 1 atm.

(<) Límite de detección del método de análisis.

(1) D.S. N° 003-2017-MINAM.- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

**Fuente: Tysa Perú.**

**Tabla 16: Resultados de Calidad de Aire-Metales Totales ICP-MS (Balta, Matucana y Casapalca)**

Parámetro	Unidad	Estaciones de Monitoreo	Nivel Máx. <sup>(1)</sup>
-----------	--------	-------------------------	---------------------------

Elementos	Unidad	BALTA		MATUCANA			CASAPALCA		Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ std(*)
		CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-03	CA-01	CA-02	
Aluminio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,8904	1,230	1,988	0,6596	0,5272	1,833	0,4888	NP
Antimonio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0030	0,0024	0,0069	0,0025	0,0020	0,0044	0,0023	NP
Arsénico	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 0,01257	< 0,01257	0,03130	< 0,01257	0,00370	< 0,01257	< 0,01257	6 <sup>(2)</sup>
Bario	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,1138	0,0765	0,1745	0,1025	0,0877	0,2904	0,0789	NP
Berilio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	NP
Boro	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0638	0,0525	0,2945	0,2945	0,0997	0,3084	0,0690	NP
Cadmio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0031	0,0018	0,0036	0,0013	0,0012	0,0074	0,0010	NP
Calcio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	3,5576	3,9670	4,9140	4,2430	2,3000	9,0200	2,4230	NP
Cobalto	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0008	0,0009	0,0014	0,0005	0,0005	0,0017	0,0004	NP
Cobre	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0391	0,0386	0,0948	0,0352	0,0147	0,0457	0,0206	NP
Cromo	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0148	0,0163	0,0224	0,0241	0,0162	0,0492	0,0109	NP
Estaño	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0029	0,0034	0,0049	0,0030	0,0021	0,0063	0,0014	NP
Estroncio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0185	0,0148	0,0201	0,0198	0,0093	0,0334	0,0113	NP
Hierro	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	1,721	2,077	3,268	1,158	0,9194	2,117	0,8518	NP
Litio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0023	0,0018	0,0028	0,0010	0,0008	0,0038	0,0011	NP
Magnesio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,7609	0,7498	0,9837	0,5855	0,3913	1,4032	0,4209	NP

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo							Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ std(*)
		BALTA		MATUCANA			CASAPALCA		
		CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-03	CA-01	CA-02	
	$\text{m}^3$								
Manganeso	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0418	0,0440	0,0806	0,0261	0,0217	0,0559	0,0214	<b>NP</b>
Mercurio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,01068	0,01110	0,01085	0,00840	0,00472	0,02426	0,00509	<b>NP</b>
Molibdeno	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0015	0,0016	0,0012	0,0012	0,0010	0,0034	0,0009	<b>NP</b>
Níquel	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0082	0,0121	0,0138	0,0138	0,0075	0,0275	0,0053	<b>NP</b>
Plata	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,00328	0,01077	0,00382	0,00546	0,00286	0,00863	0,00153	<b>NP</b>
Plomo	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	<b>1,5</b>
Potasio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,4818	0,6078	0,7209	0,3999	0,2918	0,8947	0,2648	<b>NP</b>
Selenio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 0,0044	< 0,0044	< 0,0044	< 0,0044	< 0,0044	< 0,0044	< 0,0044	<b>NP</b>
Silicio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	1,6154	3,1275	3,2794	4,0248	1,2164	4,0610	0,9989	<b>NP</b>
Sodio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	4,682	3,746	9,671	5,130	3,923	18,958	4,423	<b>NP</b>
Talio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	< 0,0001	0,0001	< 0,0001	<b>NP</b>
Titanio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0493	0,0766	0,0873	0,0270	0,0232	0,0536	0,0166	<b>NP</b>
Vanadio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0055	0,0070	0,0094	0,0073	0,0055	0,0163	0,0046	<b>NP</b>
Zinc	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,6082	0,2394	1,4039	0,1239	0,1526	0,5211	0,2934	<b>NP</b>

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo							Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ std(*)
		BALTA		MATUCANA			CASAPALCA		
		CA-01	CA-02	CA-01	CA-02	CA-03	CA-01	CA-02	

(\*) Microgramos por metro cúbico standard a 25°C y 1 atm.

(<) Límite de detección del método de análisis.

(1) D.S. N° 003-2017-MINAM.- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(2) R.M. N° 315-96-EM/VMM.- Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero-metalúrgicas (19.07.96). Ministerio de Energía y Minas de la República del Perú.

**Tabla 17: Resultados de Calidad de Aire (Yauli, La Oroya)**

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo						Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ std(*)
		YAULI			LA OROYA			
		CA-01	CA-02	CA-03	CA-01	CA-02	CA-03	
PM <sub>10</sub>	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	20,300	9,220	7,520	43,630	69,600	94,750	<b>100</b>
PM <sub>2.5</sub>	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	8,4	2,0	5,2	9,3	17,9	41,8	<b>50</b>
CO	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 654,81	< 654,81	< 654,81	< 654,81	< 654,81	< 654,81	<b>10 000</b>
NO <sub>2</sub>	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 7,73	< 7,73	< 7,73	< 7,73	< 7,73	< 7,73	<b>200</b>
SO <sub>2</sub>	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 13,00	< 13,00	< 13,00	< 13,00	< 13,00	< 13,00	<b>250</b>
H <sub>2</sub> S	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 2,832	< 2,832	< 2,832	< 2,832	< 2,832	< 2,832	<b>150</b>

(\*) Microgramos por metro cúbico standard a 25°C y 1 atm.

(<) Límite de detección del método de análisis.

(1) D.S. N° 003-2017-MINAM.- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

**Tabla 18: Resultados de Calidad de Aire-Metales Totales ICP-MS (Yauli, La Oroya)**

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo						Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ std(*)
		YAULI			LA OROYA			
		CA-01	CA-02	CA-03	CA-01	CA-02	CA-03	
Aluminio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,3565	0,2758	0,2982	0,2695	0,4018	0,3799	<b>NP</b>
Antimonio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0014	0,0004	0,0007	0,0060	0,0013	0,0021	<b>NP</b>

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo						Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, µg/m <sup>3</sup> std(*)
		YAULI			LA OROYA			
		CA-01	CA-02	CA-03	CA-01	CA-02	CA-03	
Arsénico	µg/St d m <sup>3</sup>	< 0,012 57	< 0,012 57	< 0,012 57	< 0,012 57	< 0,012 57	< 0,012 57	<b>6</b> <sup>(2)</sup>
Bario	µg/St d m <sup>3</sup>	0,081 0	0,066 3	0,079 8	0,069 3	0,084 9	0,109 4	<b>NP</b>
Berilio	µg/St d m <sup>3</sup>	< 0,000 1	< 0,000 1	< 0,000 1	< 0,000 1	< 0,000 1	< 0,000 1	<b>NP</b>
Boro	µg/St d m <sup>3</sup>	0,081 9	0,075 0	0,069 9	0,069 6	0,077 8	0,071 4	<b>NP</b>
Cadmio	µg/St d m <sup>3</sup>	0,001 0	0,000 3	0,000 4	0,007 1	0,000 7	0,000 8	<b>NP</b>
Calcio	µg/St d m <sup>3</sup>	2,468 1	2,131 0	2,575 6	1,771 3	3,009 6	2,956 7	<b>NP</b>
Cobalto	µg/St d m <sup>3</sup>	0,000 3	0,000 2	0,000 3	0,000 2	0,000 3	0,000 4	<b>NP</b>
Cobre	µg/St d m <sup>3</sup>	0,008 1	0,002 7	0,011 5	0,001 1	0,008 9	0,010 6	<b>NP</b>
Cromo	µg/St d m <sup>3</sup>	0,014 8	0,011 6	0,014 2	0,010 8	0,010 5	0,011 4	<b>NP</b>
Estaño	µg/St d m <sup>3</sup>	0,002 6	0,001 0	0,001 4	0,016 7	0,001 5	0,001 5	<b>NP</b>
Estroncio	µg/St d m <sup>3</sup>	0,008 8	0,009 1	0,011 8	0,006 3	0,011 9	0,009 0	<b>NP</b>
Hierro	µg/St d m <sup>3</sup>	0,407 0	0,299 9	0,335 8	0,165 9	0,441 8	0,631 1	<b>NP</b>
Litio	µg/St d m <sup>3</sup>	0,000 9	0,000 6	0,000 6	0,000 5	0,000 7	0,000 7	<b>NP</b>
Magnesio	µg/St d m <sup>3</sup>	0,318 8	0,310 1	0,329 8	0,243 9	0,380 1	0,395 5	<b>NP</b>
Manganeso	µg/St d m <sup>3</sup>	0,005 7	0,008 9	0,008 6	0,000 4	0,007 9	0,014 1	<b>NP</b>
Mercurio	µg/St d m <sup>3</sup>	0,003 38	0,002 35	0,003 62	0,001 95	0,004 79	0,005 54	<b>NP</b>
Molibdeno	µg/St d m <sup>3</sup>	0,000 9	0,000 7	0,000 9	0,001 3	0,000 9	0,000 9	<b>NP</b>
Níquel	µg/St d m <sup>3</sup>	0,006 5	0,006 6	0,007 2	0,005 4	0,006 6	0,005 8	<b>NP</b>
Plata	µg/St d m <sup>3</sup>	0,001 11	0,001 45	0,001 60	0,000 53	0,002 18	0,000 74	<b>NP</b>
Plomo	µg/St d m <sup>3</sup>	0,565 2	< 0,2	< 0,2	5,868	< 0,2	< 0,2	<b>1,5</b>
Potasio	µg/St d m <sup>3</sup>	0,161 3	0,164 8	0,160 3	0,130 5	0,208 1	0,199 2	<b>NP</b>
Selenio	µg/St d m <sup>3</sup>	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	<b>NP</b>



Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo						Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ std(*)
		YAULI			LA OROYA			
		CA-01	CA-02	CA-03	CA-01	CA-02	CA-03	
		4	4	4	4	4	4	
Silicio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	2,2462	0,9290	2,7709	0,8903	0,9424	1,0006	<b>NP</b>
Sodio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	4,424	4,834	4,413	4,207	4,740	4,536	<b>NP</b>
Talio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,0006	< 0,0001	< 0,0001	<b>NP</b>
Titanio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0078	0,0061	0,0075	0,0050	0,0084	0,0106	<b>NP</b>
Vanadio	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0041	0,0041	0,0049	0,0041	0,0053	0,0055	<b>NP</b>
Zinc	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	0,0747	0,0641	0,0800	0,0391	0,0941	0,1118	<b>NP</b>

(\*) Microgramos por metro cúbico standard a 25°C y 1 atm.

(<) Límite de detección del método de análisis.

(1) D.S. N° 003-2017-MINAM.- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

(2) R.M. N° 315-96-EM/VMM.- Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero - metalúrgicas (19.07.96). Ministerio de Energía y Minas de la República del Perú.

**Tabla 19: Resultados de Calidad de Aire (Cerro de Pasco)**

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo		Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ std(*)
		C. DE PASCO		
		CA-01	CA-02	
PM <sub>10</sub>	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	31,870	10,650	<b>100</b>
PM <sub>2.5</sub>	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	15,3	3,8	<b>50</b>
CO	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 654,81	< 654,81	<b>10 000</b>
NO <sub>2</sub>	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 7,73	< 7,73	<b>200</b>
SO <sub>2</sub>	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 13,00	< 13,00	<b>250</b>
H <sub>2</sub> S	$\mu\text{g}/\text{Std m}^3$	< 2,832	< 2,832	<b>150</b>

(\*) Microgramos por metro cúbico standard a 25°C y 1 atm.

(<) Límite de detección del método de análisis.

(1) D.S. N° 003-2017-MINAM.- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

**Tabla 20: Resultados de Calidad de Aire-Metales Totales ICP-MS (Cerro de Pasco)**

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo		Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, µg/m <sup>3</sup> std(*)
		C. DE PASCO		
		CA-01	CA-02	
Aluminio	µg/Std m <sup>3</sup>	0,6033	0,6170	<b>NP</b>
Antimonio	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0024	0,0014	<b>NP</b>
Arsénico	µg/Std m <sup>3</sup>	< 0,01257	< 0,01257	<b>6</b> <sup>(2)</sup>
Bario	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0897	0,0842	<b>NP</b>
Berilio	µg/Std m <sup>3</sup>	< 0,0001	< 0,0001	<b>NP</b>
Boro	µg/Std m <sup>3</sup>	0,1281	0,1263	<b>NP</b>
Cadmio	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0017	0,0009	<b>NP</b>
Calcio	µg/Std m <sup>3</sup>	4,7910	4,3700	<b>NP</b>
Cobalto	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0004	0,0004	<b>NP</b>
Cobre	µg/Std m <sup>3</sup>	0,1638	0,0103	<b>NP</b>
Cromo	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0131	0,0110	<b>NP</b>
Estaño	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0015	0,0015	<b>NP</b>
Estroncio	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0136	0,0133	<b>NP</b>
Hierro	µg/Std m <sup>3</sup>	1,214	0,9303	<b>NP</b>
Litio	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0008	0,0006	<b>NP</b>
Magnesio	µg/Std m <sup>3</sup>	0,5440	0,5964	<b>NP</b>
Manganeso	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0846	0,0315	<b>NP</b>
Mercurio	µg/Std m <sup>3</sup>	0,03295	0,01017	<b>NP</b>
Molibdeno	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0010	0,0010	<b>NP</b>
Níquel	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0098	0,0110	<b>NP</b>
Plata	µg/Std m <sup>3</sup>	0,00164	0,00186	<b>NP</b>
Plomo	µg/Std m <sup>3</sup>	< 0,2	< 0,2	<b>1,5</b>
Potasio	µg/Std m <sup>3</sup>	0,2660	0,3284	<b>NP</b>

Parámetros	Unidad	Estaciones de Monitoreo		Nivel Máx. <sup>(1)</sup> Concentración, µg/m <sup>3</sup> std(*)
		C. DE PASCO		
		CA-01	CA-02	
Selenio	µg/Std m <sup>3</sup>	< 0,0044	< 0,0044	<b>NP</b>
Silicio	µg/Std m <sup>3</sup>	1,8491	1,9262	<b>NP</b>
Sodio	µg/Std m <sup>3</sup>	5,504	5,864	<b>NP</b>
Talio	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0001	0,0001	<b>NP</b>
Titanio	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0088	0,0132	<b>NP</b>
Vanadio	µg/Std m <sup>3</sup>	0,0058	0,0059	<b>NP</b>
Zinc	µg/Std m <sup>3</sup>	0,4679	0,2366	<b>NP</b>

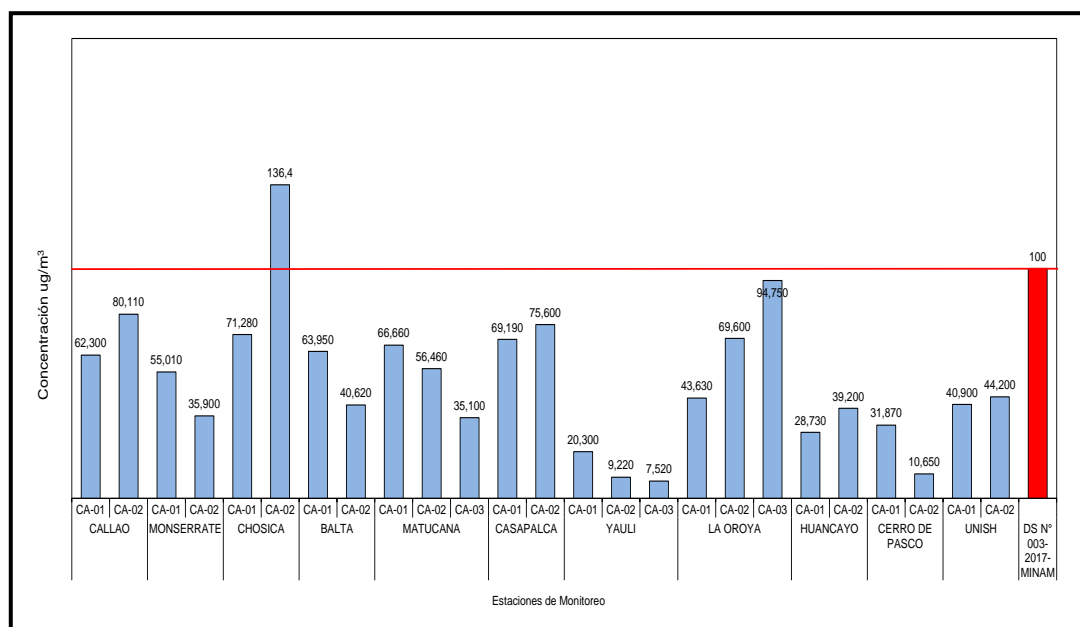
(\*) Microgramos por metro cúbico standard a 25°C y 1 atm.

(<) Límite de detección del método de análisis.

(1) D.S. N° 003-2017-MINAM.- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias.

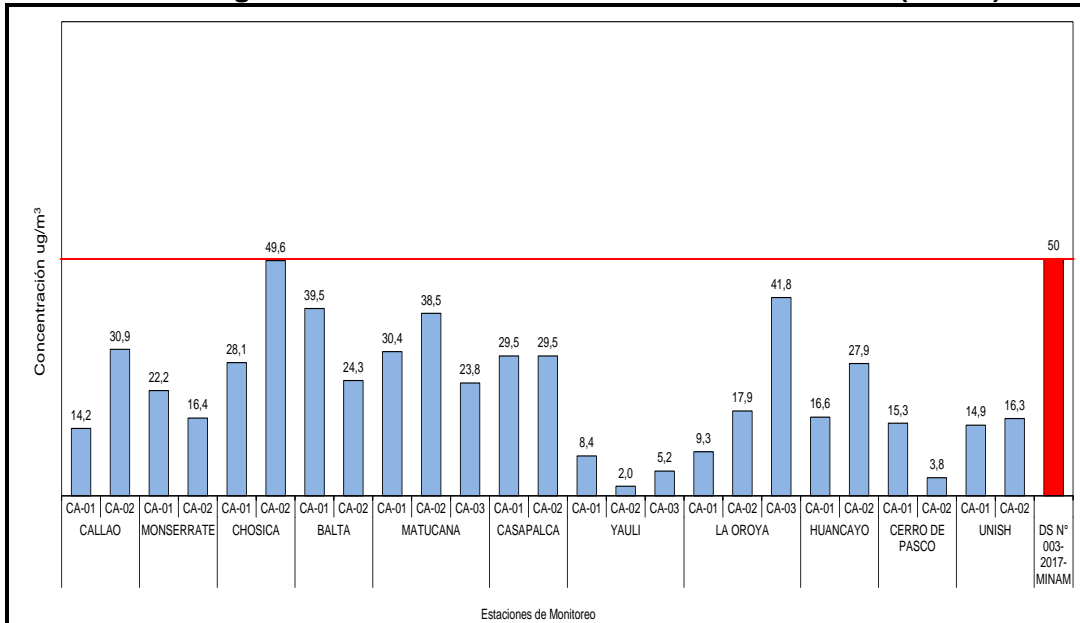
(2) R.M. N° 315-96-EM/VMM.- Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades minero - metalúrgicas (19.07.96). Ministerio de Energía y Minas de la República del Perú.

**Figura 22: Concentración de Material Particulado (PM10)**



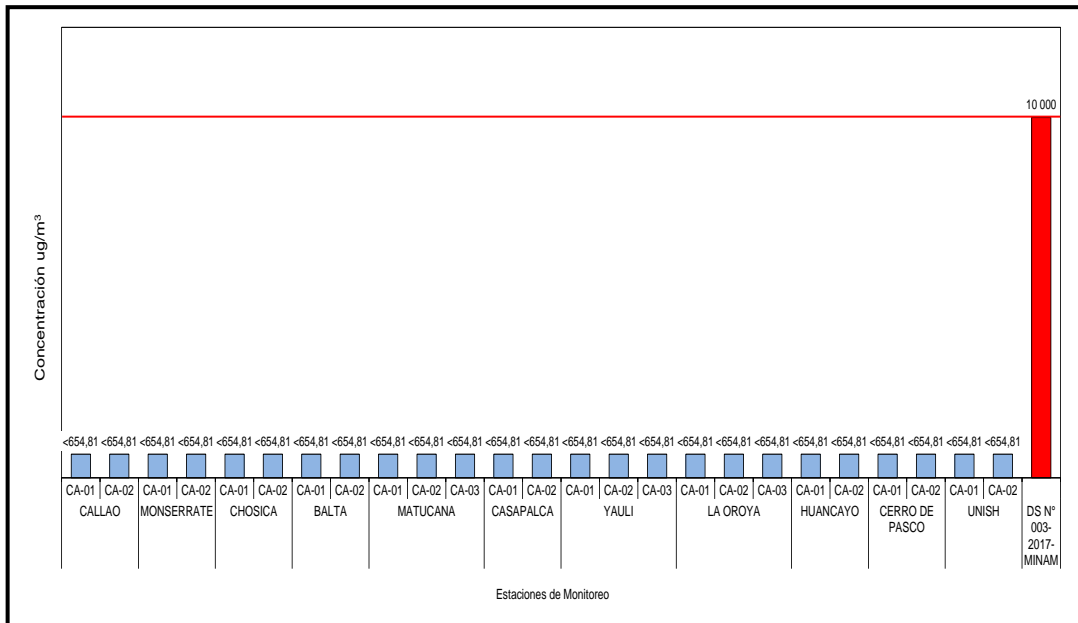
Fuente: Typsa Perú.

**Figura 23: Concentración de Material Particulado (PM2.5)**



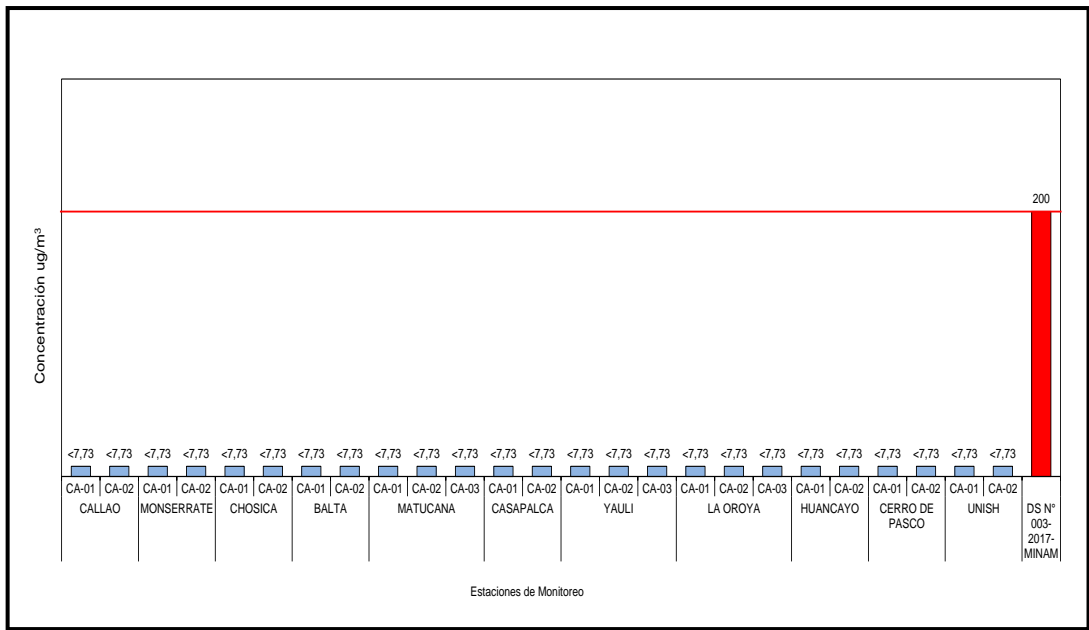
Fuente: Tyspa Perú.

**Figura 24: Concentración de Monóxido de Carbono (CO)**



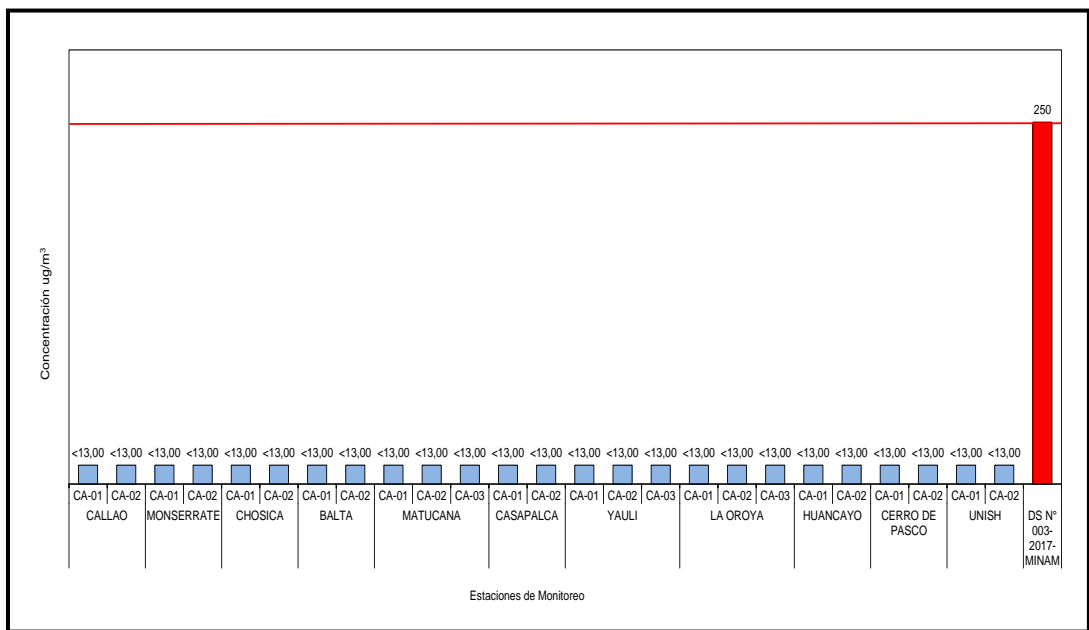
Fuente: Tyspa Perú.

**Figura 25: Concentración de Dióxido de Nitrógeno (NO2)**



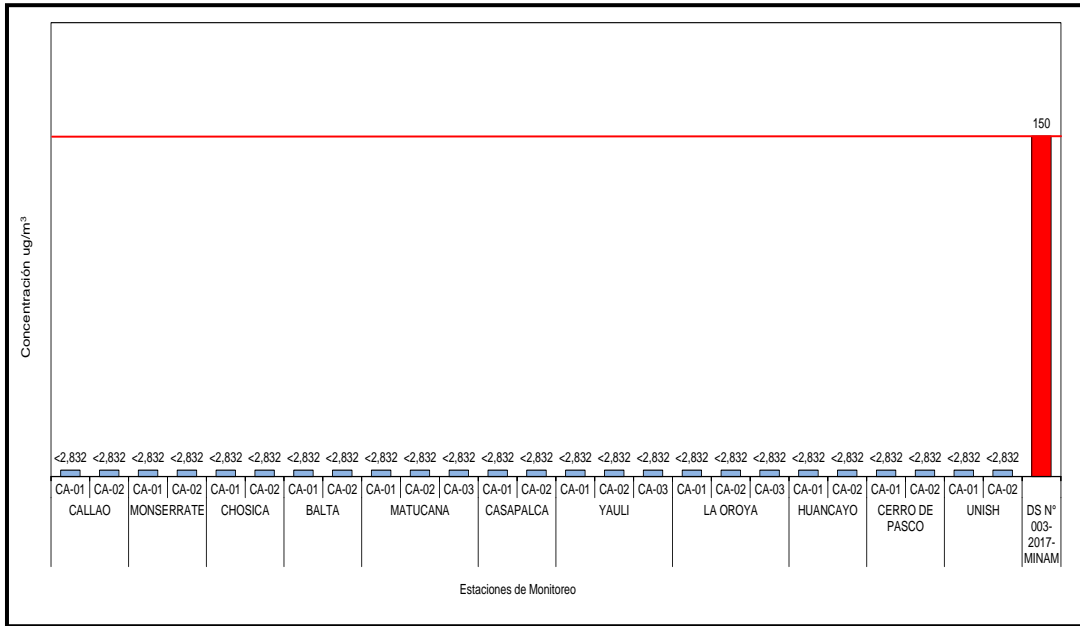
Fuente: Typsa Perú.

**Figura 26: Concentración de Dióxido de Azufre (SO2)**



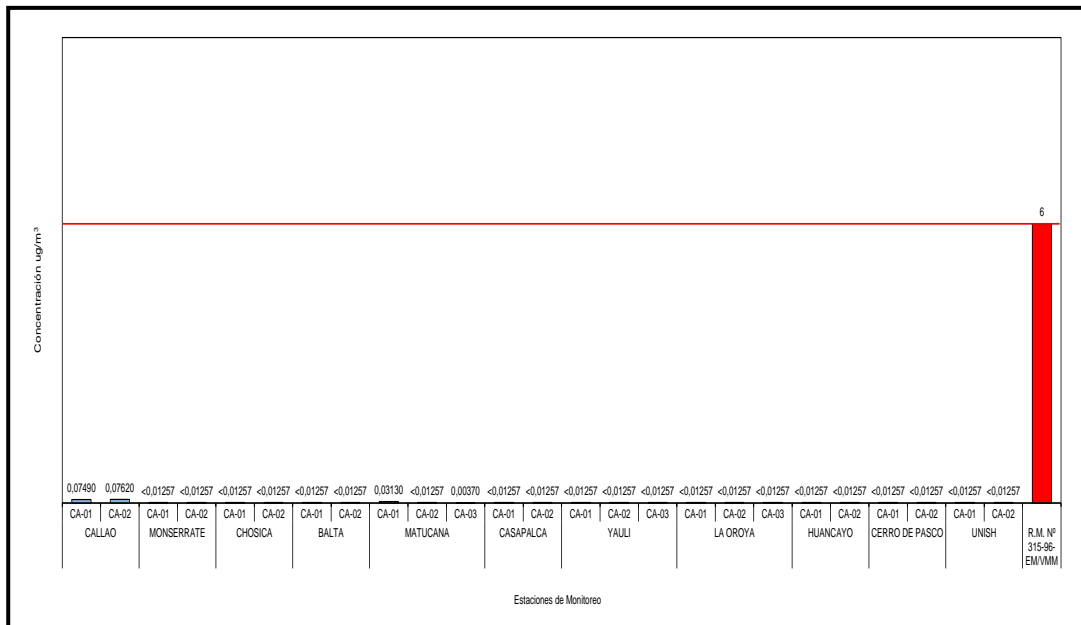
Fuente: Typsa Perú.

**Figura 27: Concentración de Sulfuro de Hidrógeno (H2S)**



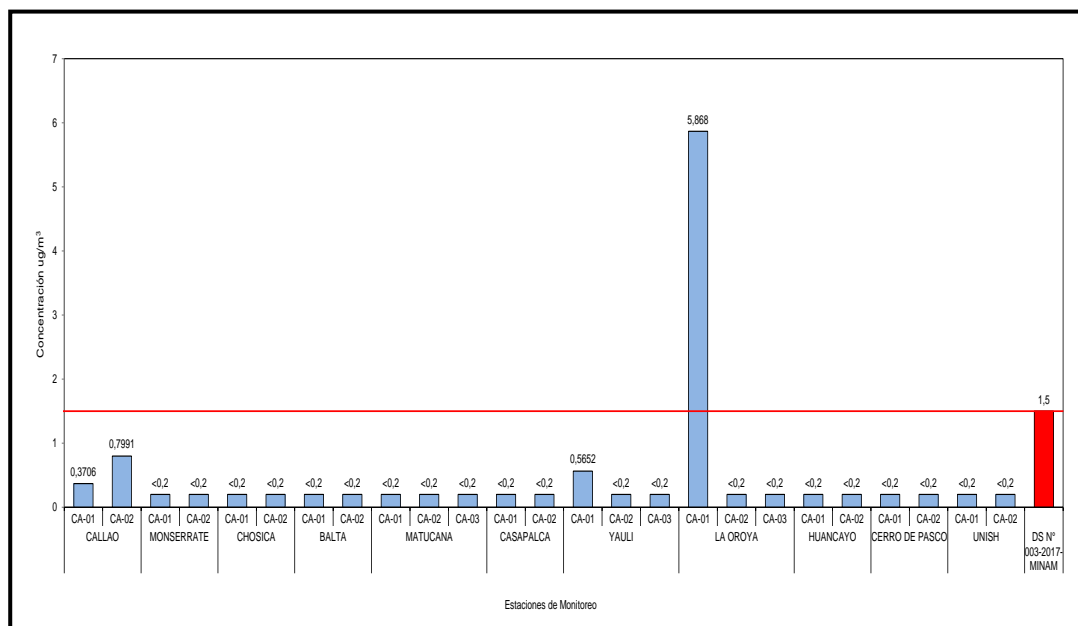
Fuente: Typsa Perú.

**Figura 28: Concentración de Arsénico (As-PM10)**



Fuente: Tyspa Perú.

**Figura 29: Concentración de Plomo (Pb-PM10)**



**Fuente: Typsa Perú.**

### Interpretación de Resultados

- En la Tabla 13, Tabla 15, Tabla 17, Tabla 19, Figura 22, Figura 23, Figura 24, Figura 25, Figura 26 y Figura 27; se muestran los resultados de las concentraciones de Material Particulado respirable como PM10 en la atmósfera, Material Particulado como PM2,5, Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y Sulfuro de Hidrógeno (H<sub>2</sub>S), obtenidas en las ESTACIONES CALLAO (CA-01 y CA-02), MONSERRATE (CA-01 y CA-02), CHOSICA (CA-01 y CA-02), BALTA (CA-01 y CA-02), MATUCANA (CA-01, CA-02 y CA-03), CASAPALCA (CA-01 y CA-02), YAULI (CA-01, CA-02 y CA-03), LA OROYA (CA-01, CA-02 y CA-03), CERRO DE PASCO (CA-01 y CA-02) donde se verifica que todas las estaciones cumplen los estándares establecidos en la norma del D.S. N° 003-2017-MINAM.- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. Sin embargo, la concentración

de PM10 en la ESTACIÓN CHOSICA (CA-02), sobrepasa el estándar establecido en el decreto en mención.

- En la Tabla 14, Tabla 16, Tabla 18, Tabla 20 y Figura 28; se muestran los resultados de las concentraciones de Arsénico (As), obtenidas en las ESTACIONES CALLAO (CA-01 y CA-02), MONSERRATE (CA-01 y CA-02), CHOSICA (CA-01 y CA-02), BALTA (CA-01 y CA-02), MATUCANA (CA-01, CA-02 y CA-03), CASAPALCA (CA-01 y CA-02), YAULI (CA-01, CA-02 y CA-03), LA OROYA (CA-01, CA-02 y CA-03), y CERRO DE PASCO (CA-01 y CA-02); donde se verifica que todas las estaciones cumplen el nivel establecido en la R.M. N° 315-96-EM/VMM.- Niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones gaseosas provenientes de las unidades Minero – Metalúrgicas.
- En la Tabla 14, Tabla 16, Tabla 18, Tabla 20 y Figura 29; se muestran los resultados de las concentraciones de Plomo (Pb), obtenidas en las ESTACIONES CALLAO (CA-01 y CA-02), MONSERRATE (CA-01 y CA-02), CHOSICA (CA-01 y CA-02), BALTA (CA-01 y CA-02), MATUCANA (CA-01, CA-02 y CA-03), CASAPALCA (CA-01 y CA-02), YAULI (CA-01, CA-02 y CA-03), LA OROYA (CA-01, CA-02 y CA-03), y CERRO DE PASCO (CA-01 y CA-02) donde se verifica que todas las estaciones cumplen el estándar establecido en la norma del D.S. N° 003-2017-MINAM.- Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. Sin embargo, la concentración de Plomo en la ESTACIÓN LA OROYA (CA-01), sobrepasa el estándar establecido en el decreto en mención.



#### 4.2.3. Análisis e interpretación de los Puntos de Monitoreo de Emisiones de Locomotoras

A continuación, se reportan los resultados de laboratorio obtenidos del monitoreo de emisiones en locomotoras.

**Tabla 21: Resultados del Monitoreo de Emisiones de estación Callao**

Parámetros	Unidad	CALLAO		
		Locomotora 701	Locomotora 533	Locomotora 539
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	%	13,1	12,3	15,4
Monóxido de Carbono (CO)	mg/m <sup>3</sup>	788,8	422,2	181,5
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	56,4	51,1	51,6
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	964,1	254	584,6
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	%	4,2	1,2	2,0
Opacidad	%	54	67	67

Fuente: Typsa Perú.

**Tabla 22: Resultados del Monitoreo de Emisiones en estación Chosica**

Parámetros	Unidad	CHOSICA	
		Locomotora 1021	Locomotora 1014
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	%	13,4	12,5
Monóxido de Carbono (CO)	mg/m <sup>3</sup>	747,3	945,1
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	95,3	41,0
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	460,4	962,4
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	%	4,2	3,4
Opacidad	%	67	54

Fuente: Typsa Perú.

**Tabla 23: Resultado del Monitoreo de Emisiones en Estación Balta**

Parámetros	Unidad	BALTA	
		Locomotora 1032	Locomotora 1001
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	%	13,4	12,4
Monóxido de Carbono (CO)	mg/m <sup>3</sup>	170,5	558,5
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	89,1	72,0
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	649,5	966,4
Dióxido de Carbono	%	1,8	4,1

Parámetros	Unidad	BALTA	
		Locomotora 1032	Locomotora 1001
(CO <sub>2</sub> )			
Opacidad	%	80	54

Fuente: Typsa Perú.

**Tabla 24: Resultados del Monitoreo de Emisiones en Estación La Oroya**

Parámetros	Unidad	LA OROYA
		Locomotora 1010
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	%	12,7
Monóxido de Carbono (CO)	mg/m <sup>3</sup>	644,8
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	78,8
Óxidos de Nitrógeno (NOx)	mg/m <sup>3</sup>	535,6
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	%	5,4
Opacidad	%	67

Fuente: Typsa Perú.

**Tabla 25: Resultados del Monitoreo de Emisiones en Estación Cerro de Pasco**

Parámetros	Unidad	CERRO DE PASCO	
		Locomotora 1005	Locomotora 608
Oxígeno (O <sub>2</sub> )	%	12,8	12,3
Monóxido de Carbono (CO)	mg/m <sup>3</sup>	784,9	895,5
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	65,0	956,5
Óxidos de Nitrógeno (NOx)	mg/m <sup>3</sup>	950,2	33,6
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	%	6,7	6,8
Opacidad	%	54	54

Fuente: Typsa Perú.

### Interpretación de Resultados

- Debido a que en la normativa peruana no se han establecido estándares de calidad ambiental o límites máximos permisibles para fuentes móviles, no se ha podido realizar un análisis de comparación.

#### 4.2.4. Análisis e Interpretación de los Puntos de Monitoreo de Ruido

A continuación, los resultados de ruido ambiental durante el período de monitoreo, se resumen en las siguientes tablas.

**Tabla 26: Ruido Ambiental (24 Horas)-Estación CERRO DE PASCO**

Zona de aplicación	Estaciones		Diurno LAeqT dB(A)	ECA de Ruido <sup>(1)</sup>	Nocturno LAeqT dB(A)	ECA de Ruido <sup>(2)</sup>
Industrial	CALLAO	RU-01	66,6	80	65,2	70
		RU-02	70,6		67,8	
		RU-03	69,8		57,3	
		RU-04	70,0		65,8	
Mixta (Residencial)	MONSERRATE	RU-01	64,4	60	63,4	50
		RU-02	66,7		59,4	
		RU-03	68,9		62,5	
		RU-04	65,8		52,1	
Comercial	CHOSICA	RU-01	62,1	70	53,9	60
Protección Especial		RU-02	59,8	50	57,7	40
Industrial		RU-03	65,9	80	56,5	70
		RU-04	65,0		64,3	
Mixta (Residencial)	SAN BARTOLOMÉ	RU-01	59,5	60	55,5	50
		RU-02	52,0		46,1	
		RU-03	62,8		61,6	
Residencial		RU-04	59,3		58,0	
Industrial	BALTA	RU-01	52,7	80	49,4	70
		RU-02	53,8		50,2	
Mixta (Residencial)	MATUCANA	RU-01	64,4	60	63,2	50
		RU-02	59,0		58,4	

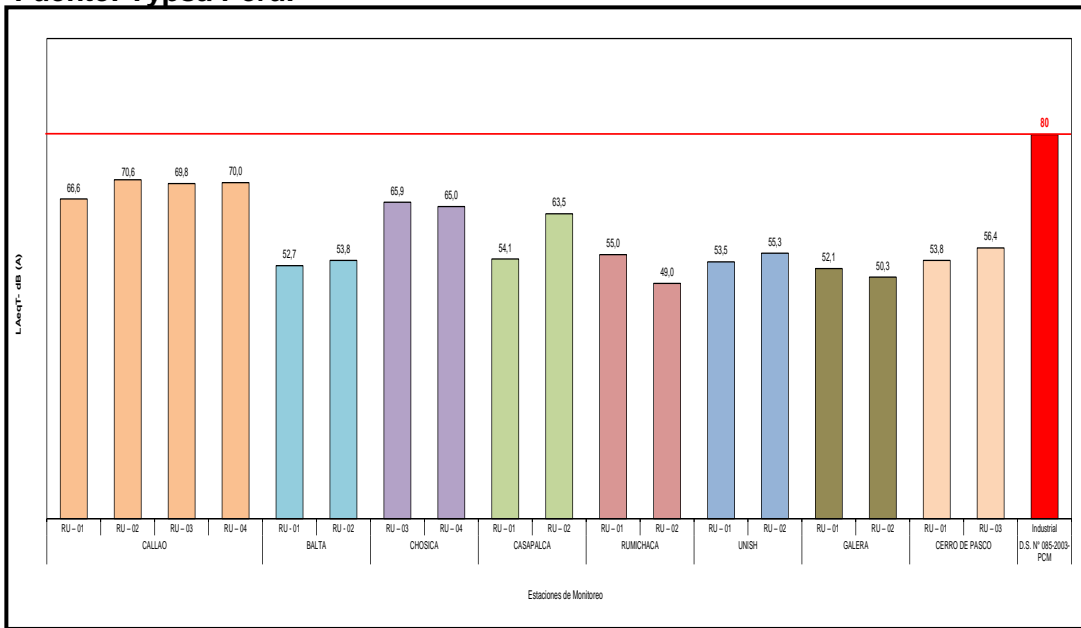
		RU-03	65,9		56,5	
<b>Industrial</b>	<b>CASAPALCA</b>	RU-01	54,1	<b>80</b>	52,5	<b>70</b>
		RU-02	63,5		51,5	
<b>Mixta (Residencial)</b>		RU-03	63,2	<b>60</b>	54,5	<b>50</b>
<b>Industrial</b>	<b>GALERA</b>	RU-01	52,1	<b>80</b>	48,2	<b>70</b>
		RU-02	50,3		48,1	
<b>Mixta (Residencial)</b>	<b>YAULI</b>	RU-01	59,5	<b>60</b>	57,8	<b>50</b>
		RU-02	54,1		49,4	
<b>Industrial</b>	<b>RUMICHACA</b>	RU-01	55,0	<b>80</b>	54,4	<b>70</b>
		RU-02	49,0		48,8	
<b>Mixta (Residencial)</b>	<b>LA OROYA</b>	RU-01	65,4	<b>60</b>	63,7	<b>50</b>
		RU-02	63,8		56,1	
		RU-03	63,0		60,2	
		RU-04	56,9		55,7	
<b>Industrial</b>	<b>UNISH</b>	RU-01	53,5	<b>80</b>	51,4	<b>70</b>
		RU-02	55,3		50,8	
<b>Industrial</b>	<b>CERRO DE PASCO</b>	RU-01	53,8	<b>80</b>	51,4	<b>70</b>
		RU-03	56,4		55,7	
<b>Mixta (Residencial)</b>		RU-02	58,5	<b>60</b>	57,8	<b>50</b>
		RU-02	54,4		53,4	
		RU-03	62,0		55,5	

Fuente: Tyspa Perú.

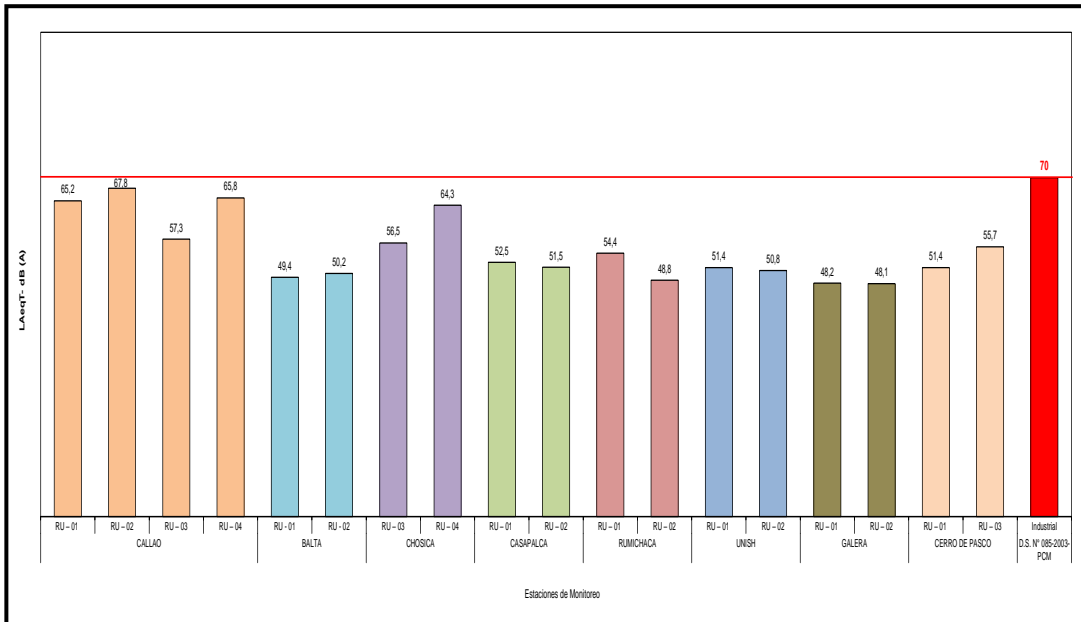
Estándar de comparación – RUIDO AMBIENTAL según D.S. n° 085-2003-PCM.

**Figura 30: Ruido Ambiental-Zona Industrial (Horario Diurno)**

Fuente: Typsa Perú.

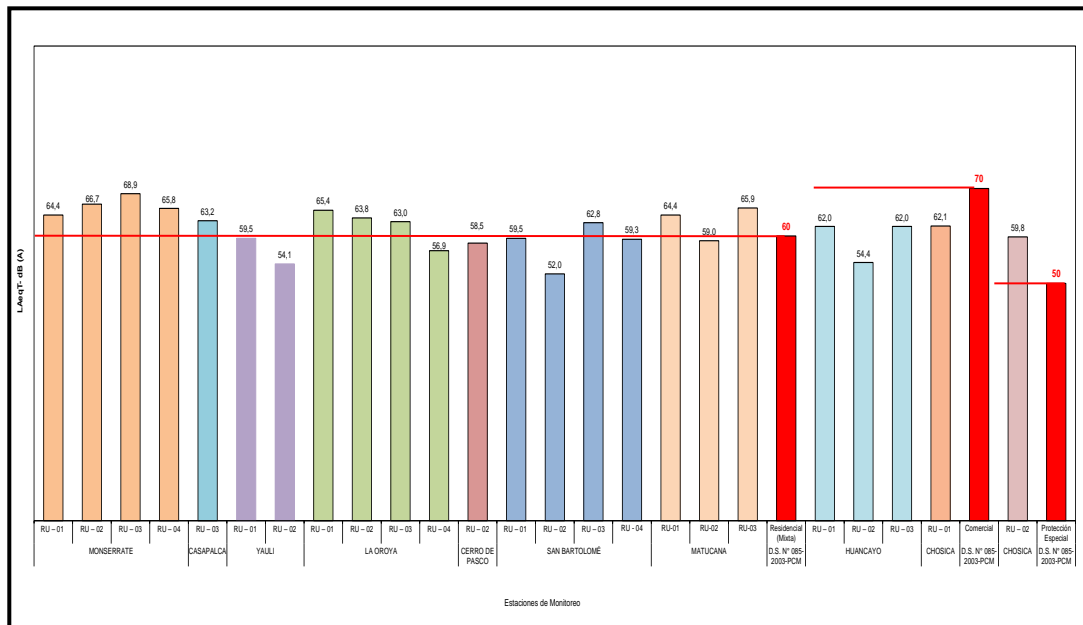


**Figura 31: Ruido Ambiental-Zona Industrial (Horario Nocturno)**



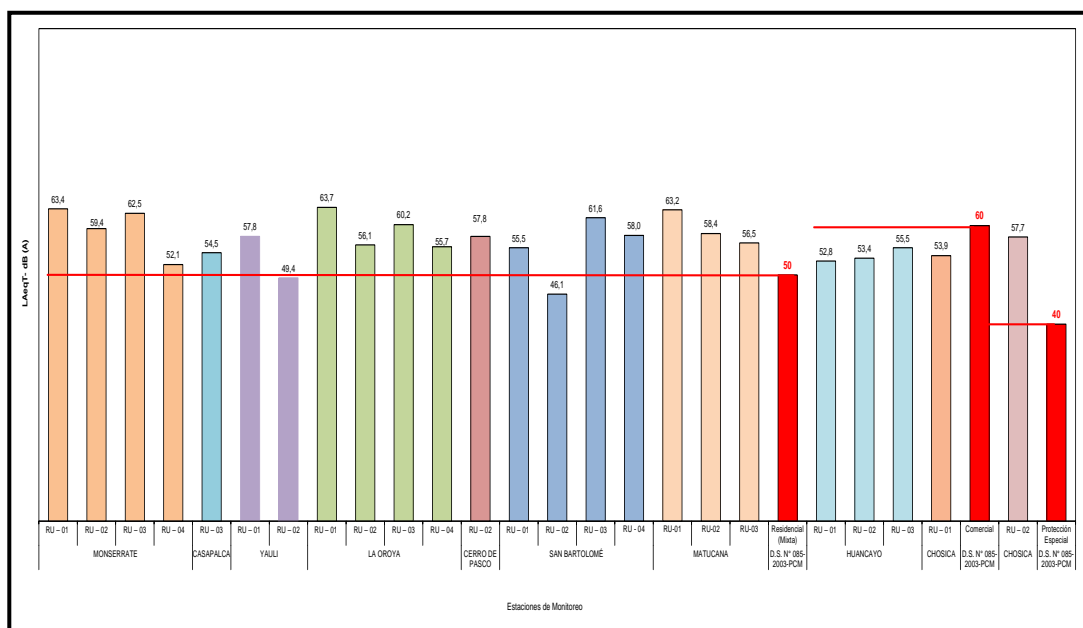
Fuente: Typsa Perú.

**Figura 32: Ruido Ambiental-Zona de Protección Especial, Comercial, Residencial y Mixta (Horario Diurno)**



Fuente: Tyspa Perú.

**Figura 33: Ruido Ambiental-Zona de Protección Especial, Comercial, Residencial y Mixta (Horario Nocturno)**



Fuente: Tyspa Perú.

## Interpretación de Resultados

### Zona Protección Especial

1. **En la Tabla 26 y Figura 33;** se muestran los resultados de ruido ambiental para horario diurno en la estación RU-02 (CHOSICA); donde se verifica que supera el estándar de ruido ambiental establecido para Horario Diurno, sustentado en el D.S. N° 085-2003-PCM, Zona Protección Especial.
2. **En la Tabla 26 y Figura 34;** se muestran los resultados de ruido ambiental para horario nocturno en la estación RU-02 (CHOSICA); donde se verifica que supera el estándar de ruido ambiental establecido para Horario Nocturno, sustentado en el D.S. N° 085-2003-PCM, Zona Protección Especial.

### Zona Mixta (Residencial)

3. **En la Tabla 26 y Figura 33;** se muestran los resultados de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental para horario diurno en las estaciones MONSERRATE (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04), SAN BARTOLOMÉ (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04), MATUCANA (RU-01, RU-02 y RU-03), CASAPALCA (RU-03), YAULI (RU-01 y RU-02), LA OROYA (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04) y CERRO DE PASCO (RU-02); verificando que en todas las estaciones se supera el estándar de ruido ambiental establecido para Horario Diurno, sustentados en el D.S. N° 085-2003-PCM, Zona Mixta (Residencial); con excepción de las estaciones SAN BARTOLOMÉ (RU-01, RU-02 y RU-04), RU-02 (MATUCANA), RU-01 y RU-02 (YAULI), RU-04 (LA OROYA) y RU-02 (CERRO DE PASCO) las cuales cumplen con el estándar establecido en la norma en mención.
4. **En la Tabla 26 y Figura 34;** se muestran los resultados de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental para horario nocturno en las estaciones

MONSERRATE (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04), SAN BARTOLOMÉ (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04), MATUCANA (RU-01, RU-02 y RU-03), CASAPALCA (RU-03), YAULI (RU-01 y RU-02), LA OROYA (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04) y CERRO DE PASCO (RU-02); verificando que en todas las estaciones se supera el estándar de ruido ambiental establecido para Horario Nocturno, sustentados en el D.S. N° 085-2003-PCM, Zona Mixta (Residencial); con excepción de las estaciones RU-02 (SAN BARTOLOMÉ) y RU-02 (YAULI), las cuales cumplen con el estándar establecido en la norma en mención.

#### Zona Comercial

5. **En la Tabla 26 y Figura 33;** se muestran los resultados de monitoreo de ruido ambiental para horario diurno en las estaciones de CHOSICA (RU-01); verificando que todas las estaciones cumplen el estándar de ruido ambiental establecido para Horario Diurno, sustentado en el D.S. N° 085-2003-PCM, Zona Comercial.

#### Zona Industrial

6. **En la Tabla 26 y Figura 31;** se muestran los resultados de monitoreo de ruido ambiental para horario diurno en las estaciones CALLAO (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04), CHOSICA (RU-03 y RU-04), BALTA (RU-01 y RU-02), CASAPALCA (RU-01 y RU-02), GALERA (RU-01 y RU-02), RUMICHACA (RU-01 y RU-02), UNISH (RU-01 y RU-02) y CERRO DE PASCO (RU-01 y RU-03); verificando que en todas las estaciones se cumple el estándar de ruido ambiental establecido para Horario Diurno, sustentados en el D.S. N° 085-2003-PCM, Zona Industrial.
7. **En la Tabla 26 y Figura 32;** se muestran los resultados de monitoreo de ruido ambiental para horario nocturno en las estaciones CALLAO (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04), CHOSICA (RU-03 y RU-04), BALTA (RU-01 y RU-02),



CASAPALCA (RU-01 y RU-02), GALERA (RU-01 y RU-02), RUMICHACA (RU-01 y RU-02), UNISH (RU-01 y RU-02) y CERRO DE PASCO (RU-01 y RU-03); verificando que en todas las estaciones se cumple el estándar de ruido ambiental establecido para Horario Nocturno, sustentados en el D.S. N° 085-2003-PCM, Zona Industrial.

#### **4.3. Prueba de Hipótesis**

Para nuestra investigación se planteó la hipótesis general siguiente:

**La afectación de los factores ambientales producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco – Lima – 2019 se da principalmente a la población y al aire”.**

Finalizada la investigación podemos mencionar que la hipótesis es validada, ya que se pudo determinar que los ambientales predominan a la población producto al ruido que genera la actividad ferroviaria y asimismo se tienen emisiones en las diversas estaciones y también en toda la vía ferroviaria generando diversos tipos de gases.

#### **4.4. Discusión de Resultados**

Teniendo los resultados finales de la presente investigación denominado evaluación ambiental de los factores ambientales que son afectados producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco – Lima – 2019.

Esta actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco pasa por diversas ciudades desde la ciudad del Callao, Chosica, Matucana, Casapalca, La Oroya y Cerro de Pasco, es su paso por estas ciudades se genera

principalmente residuos de emisiones al aire y ruido tal como se detalla en los siguientes:

- En la estación CALLAO en el parámetro de Aceites y grasas, DBO y DQO en la descarga del agua supera los límites establecidos en el decreto en mención. DS N° 003-2010-MINAM, Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.
- En la calidad de aire en las estaciones donde se verifica que todas las estaciones cumplen los estándares establecidos en la norma del D.S. N° 003-2017-MINAM. - Aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias. Sin embargo, la concentración de PM10 en la ESTACIÓN CHOSICA (CA-02), sobrepasa el estándar establecido en el decreto en mención.
- Con respecto a las emisiones en la normativa peruana no se han establecido estándares de calidad ambiental o límites máximos permisibles para fuentes móviles, no se ha podido realizar un análisis de comparación, pero como se puede observar se generan concentraciones como el caso en la ciudad de Cerro de Pasco la locomotora 608 llegó a emitir  $956,5 \text{ mg/m}^3$ , monóxido de carbono emitió  $85,5 \text{ mg/m}^3$ , por lo tanto, está contribuyendo en el impacto de calidad ambiental de aire en toda vía de transporte ferroviario.
- Con respecto al ruido esta se pudo constatar que está afectando a los pobladores de las diversas ciudades a la llegada a las diversas estaciones estos medios de transporte, lo cual se pudo verificar que supera el estándar de

ruido ambiental establecido para Horario Diurno, sustentado en el D.S. N° 085-2003-PCM, Zona Protección Especial. Asimismo, los resultados de ruido ambiental para horario nocturno en la estación RU-02 (CHOSICA); donde se verifica que supera el estándar de ruido ambiental establecido para Horario Nocturno, sustentado en el D.S. N° 085-2003-PCM, Zona Protección Especial. De igual forma los resultados de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental para horario diurno en las estaciones MONSERRATE (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04), SAN BARTOLOMÉ (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04), MATUCANA (RU-01, RU-02 y RU-03), CASAPALCA (RU-03), YAULI (RU-01 y RU-02), LA OROYA (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04) y CERRO DE PASCO (RU-02); verificando que en todas las estaciones se supera el estándar de ruido ambiental establecido para Horario Diurno, sustentados en el D.S. N° 085-2003-PCM, Zona Mixta (Residencial); con excepción de las estaciones SAN BARTOLOMÉ (RU-01, RU-02 y RU-04), RU-02 (MATUCANA), RU-01 y RU-02 (YAULI), RU-04 (LA OROYA) y RU-02 (CERRO DE PASCO) las cuales cumplen con el estándar establecido en la norma en mención. También los resultados de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental para horario nocturno en las estaciones MONSERRATE (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04), SAN BARTOLOMÉ (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04), MATUCANA (RU-01, RU-02 y RU-03), CASAPALCA (RU-03), YAULI (RU-01 y RU-02), LA OROYA (RU-01, RU-02, RU-03 y RU-04) y CERRO DE PASCO (RU-02); verificando que en todas las estaciones se supera el estándar de ruido ambiental establecido para Horario Nocturno, sustentados en el D.S. N° 085-2003-PC

## CONCLUSIONES

Finalizo la presente investigación teniendo las siguientes conclusiones:

1. En la evaluación ambiental de los factores ambientales que son afectados producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco – Lima se pudo concluir que los factores ambientales que se viene afectando es al agua y aire.
2. Con respecto al vertimiento de agua en la estación de CALLAO, en esta estación supera la DBO y DQO debido a las elevadas concentraciones de materia orgánica, generando adicionalmente altas concentraciones de TSS.
3. En la estación CHOSICA (CA-02), la concentración de Material Particulado PM10 supera la normativa vigente, siendo afectado la población de esta zona.
4. Asimismo, la concentración de Plomo (Pb) que supera la normativa vigente en la estación de LA OROYA (CA-01), siendo afectado la población de esta zona.
5. Se concluye que los niveles de presión sonora en el horario diurno y nocturno son elevados en la mayoría de estaciones del Sistema Ferroviario, esto hace que se afecte a la población y a los trabajadores de esta actividad ferroviaria.

## RECOMENDACIONES

Concluida la investigación recomendando lo siguiente:

1. Por parte del estado a través del Ministerio de Transportes debe regular los Límites Máximos Permisibles para emisiones de gases y por parte del Organismo de Fiscalización Ambiental (OEFA), debe realizar la fiscalización con más énfasis.
2. Según lo evidenciado en los resultados, se sugiere con el plan de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo de las locomotoras para atenuar las emisiones y reducir el impacto al medioambiente.
3. Además, se recomienda corregir la frecuencia de mantenimiento de las locomotoras, basándose en el kilometraje de recorrido de cada una de ellas.
4. Se sugiere hacer Monitoreos de emisiones luego de cada mantenimiento preventivo para realizar una evaluación y aplicación en los controles de prevención de emisiones
5. Todos los trabajadores de la empresa deben mantener el uso de protectores auditivos a fin de evitar problemas posteriores de salud.
6. La empresa debe proponer un sistema de reducción de ruido en las poblaciones que esta está afectando.
7. Finalmente, se recomienda continuar con su programa de monitoreo para calidad de ruido ambiental a fin de evaluar los cambios en los parámetros monitoreados durante la etapa de operación.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ana María Mojarro Bayo (2009). La importancia de la minería y el ferrocarril en los inicios de la junta de obras de Puerto de Huelva. España.  
Consejería de Obras Públicas y Transportes (1998). Proyecto de Construcción de la Línea Ferroviaria Transversal de Andalucía. Tramo: Osuna - Aguadulce". España.
- Como se hace una tesis, Técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura; Lucía Baranda y Alberto Clavería Ibáñez; 2000.
- Edwing Gonzalo Vega Castañón (2017). propuesta de infraestructura para la estación ferroviaria de Tacna para solucionar el transporte férreo de carga y pasajeros ubicado en zofratacna
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. Reglamento de la Ley N° 28256, ley que regula el transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos.
- Rosa María Matas López / Pedro Pérez del Campo (2015) El Ruido En Las Líneas Ferroviarias
- República Oriental del Uruguay (2012). Manual Ambiental para obras y Actividades del Sector Ferroviario. Uruguay.
- Riesgo Ambiental por Pasivo de Relaves de la ex Planta Metalúrgica de Yauris, Huancayo; Edith Orellana Mendoza, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, Universidad Nacional del Centro del Perú; 2015; Huancayo; Perú.

**Páginas de Internet:**

1. Metodología de la Investigación (2018). Extraído de la página web:  
<https://explorable.com/es/metodologia-de-la-investigacion.2008> Metodología de la Investigación.
2. Historia de la Ciencia y el Método Científico- Ramón Ruiz Limón. Extraído de la página web: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007b/283/82.htm>

## **ANEXOS**



**ANEXO N°1**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Evaluación Ambiental de los factores ambientales que son afectados producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco – Lima – 2019

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES
1. ¿Se está afectando a los factores ambientales producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco – Lima – 2019?	1. Evaluar la afectación de a los factores ambientales producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco – Lima – 2019	1. La afectación de los factores ambientales producto a la actividad ferroviaria en el transporte de minerales de la vía Pasco – Lima – 2019 se da principalmente a la población y al aire.	1. VARIABLE INDEPENDIENTE  - Actividad Ferroviaria  2. VARIABLE DEPENDIENTE  - Afectación de Factores Ambientales
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPOTESIS ESPECÍFICO	3. VARIABLE INTERVINIENTE
2. ¿Cuál es el nivel de ruido en las estaciones del transporte ferroviario con carga de minerales de la vía Pasco – Lima – 2019?	2. Determinar el nivel de ruido en las estaciones del transporte ferroviario con carga de minerales de la vía Pasco – Lima – 2019.	2. El nivel de ruido en las poblaciones que pasa el transporte ferroviario con carga de minerales de la vía Pasco – Lima supera los 84 db.	- Minerales - Tiempo Climático
3. ¿Cuál es la calidad de Agua en las vías ferroviario de la vía Pasco – Lima – 2019?	3. Evaluar la calidad de Agua en las vías ferroviario de la vía Pasco – Lima – 2019.	3. La calidad agua en los vertimientos en las estaciones ferroviario de la vía Pasco – Lima – 2019., no cumple con los límites máximos permisibles.	
4. ¿Cuál es la calidad de aire y de las emisiones al contorno de las vías ferroviario de la vía Pasco – Lima – 2019?	4. Evaluar la calidad de aire y de las emisiones al contorno de las vías ferroviario de la vía Pasco – Lima – 2019.	4. La calidad del aire y emisiones al contorno de las vías ferroviario de la vía Pasco – Lima – 2019. Se fuera de los estándares permitidos.	

**ANEXO N°2**  
**Informe de análisis de laboratorio**

**INFORME DE ENSAYO N° 000030323**

**CLIENTE:** FERROVIAS CENTRAL ANDINA S.A.  
**DOMICILIO LEGAL:** AV. JOSE GALVEZ BARRENECHEA NRO. 566 INT. 501 URB. CORPAC LIMA - LIMA - (051 SAN ISIDRO LIMA)  
**REFERENCIA CLIENTE:** CA-01  
**CÓDIGO TYPSA:** 000028546  
**MATRIZ:** Aire  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Cotización N°00020002956.  
Muestreo realizado por TYPSA.  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE - ESTACIÓN CALLAO.  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:** PNTE-LTMO-19 Rev.2 Monitoreo de Calidad de Aire  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:** Despejado  
**FECHA DE TOMA:** N.8667581 / E.268302 Ubicado en parte posterior al ingreso de riel, colindante a avenida Atalaya.  
30/11/2018 09:00:00 a.m. - 01/12/2018 09:00:00 a.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 02/12/2018  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 02/12/2018 - 24/01/2019

**RESULTADOS ANALITICOS METALES PESADOS**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*Cromo	ug/Std m3	0.0145	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Estaño	ug/Std m3	0.0060	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Estroncio	ug/Std m3	0.0126	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Hierro	ug/Std m3	1.690	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0070
*Litio	ug/Std m3	0.0009	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Magnesio	ug/Std m3	0.7395	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0022
*Manganeso	ug/Std m3	0.0489	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0002
*Mercurio	ug/Std m3	0.04398	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Molibdono	ug/Std m3	0.0053	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Niquel	ug/Std m3	0.0098	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Plata	ug/Std m3	0.00654	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.00005
*Plomo (LV)	ug/Std m3	0.3706	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	Selection, preparation and extraction of filter material, Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Couple Plasma/ Mass Spectrometry (ICP/MS)	0.2
*Potasio	ug/Std m3	0.3446	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0067
*Selenio	ug/Std m3	< 0.0044	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0044
*Silicio	ug/Std m3	1.6711	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0008
*Sodio	ug/Std m3	6.455	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.011
*Talio	ug/Std m3	0.0001	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Titanio	ug/Std m3	0.0260	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0003

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

(\*\*) "Ensayo subcontratado por un tercero acreditado"

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 259, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

Director Técnico Laboratorio

2/3

.....  
José Luis Ramírez Campos  
CQP N° 897



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE-099



54

Registro N° LE-099

### INFORME DE ENSAYO N° 000030323

**CLIENTE:** FERROVIAS CENTRAL ANDINA S.A.  
**DOMICILIO LEGAL:** AV. JOSE GALVEZ BARRENECHEA NRO. 566 INT. 501 URB. CORPAC LIMA - LIMA - (051 SAN ISIDRO LIMA)  
**REFERENCIA CLIENTE:** CA-01  
**CÓDIGO TYPESA:** 000028546  
**MATRIZ:** Aire  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Cotización N°00020002956.  
Muestreo realizado por TYPESA.  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE - ESTACIÓN CALLAO.  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:** PNTE-LTMO-19 Rev.2 Monitoreo de Calidad de Aire  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:** Despejado  
**FECHA DE TOMA:** N 8667581 / E. 268302 Ubicado en parte posterior al ingreso de riel, colindante a avenida Atalaya.  
30/11/2018 09:00:00 a.m. - 01/12/2018 09:00:00 a.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 02/12/2018  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 02/12/2018 - 24/01/2019

RESULTADOS ANALITICOS METALES PESADOS					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*Vanadio	ug/Std m3	0.0186	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Zinc	ug/Std m3	0.6100	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0031

Callao, 24 de enero de 2019



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA  
(\*\*) "Ensayo subcontratado por un tercero acreditado"

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPESA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPESA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typesa.com](mailto:labperu@typesa.com)

MC2301-1

Director Técnico Laboratorio

José Luis Ramírez Campos  
CQP N° 897

3/3

**INFORME DE ENSAYO N° 000030324**

**CLIENTE:** FERROVIAS CENTRAL ANDINA S.A.  
**DOMICILIO LEGAL:** AV. JOSE GALVEZ BARRENECHEA NRO. 566 INT. 501 URB. CORPAC LIMA - LIMA - (051 SAN ISIDRO LIMA)  
**REFERENCIA CLIENTE:** CA-02  
**CÓDIGO TYPSA:** 000028547  
**MATRIZ:** Aire  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Cotización N°00020002956.  
Muestreo realizado por TYPSA.  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE - ESTACIÓN CALLAO.  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:** PNTE-LTMO-19 Rev.2 Monitoreo de Calidad de Aire  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:** Despejado  
**FECHA DE TOMA:** N 8667555 / E.0267548 Ubicado cerca a garita principal, interior de la estación.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 30/11/2018 09:00:00 a.m. - 01/12/2018 09:00:00 a.m.  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 02/12/2018  
02/12/2018 - 24/01/2019

**RESULTADOS ANALITICOS FISICO-QUIMICOS GENERALES**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
**Dióxido de azufre (SO2)	ug/Std m3	< 13.00	EPA CFR 40, Appendix A-2 to part 50, (2010) .	Colorimétrico	13.00
**Material particulado PM10. (Bajo volumen)	ug/Std m3	80.110	EPA Compendium Method IO-2.3 (1999)	Gravimétrica	1.124
Material particulado PM2.5 (Bajo volumen)	ug/Std m3	30.9	EPA CFR 40 Part 50 Appendix L Reference Method for the determination of fine particulate matter AS PM2.5 in the atmosphere, Ed. 2015	Gravimétrica	0.5
**Sulfuro de hidrógeno (H2S)	ug/Std m3	< 2.832	ALAB-LAB-07. (Basado en Norma COVENIN 3571:2000 (Validado)	Colorimétrico	2.832

**RESULTADOS ANALITICOS METALES PESADOS**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*Aluminio	ug/Std m3	1.187	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0052
*Antimonio	ug/Std m3	0.0193	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Arsénico (LV)	ug/Std m3	0.07620	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	Selection, preparation and extraction of filter material; Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Couple Plasma/ Mass Spectrometry (ICP/MS)	0.01257
*Bario	ug/Std m3	0.1657	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0002
*Berilio	ug/Std m3	< 0.0001	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Boro	ug/Std m3	0.0705	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0006
*Cadmio	ug/Std m3	0.0162	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Calcio	ug/Std m3	4.6150	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0166
*Cobalto	ug/Std m3	0.0013	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Cobre	ug/Std m3	0.7695	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

(\*\*) "Ensayo subcontratado por un tercero acreditado"

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Tel# 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typsa.com

MC2301-1

Director Técnico Laboratorio

José Luis Ramírez Campos  
CQP N° 897



**INFORME DE ENSAYO N° 000030324**

**CLIENTE:** FERROVIAS CENTRAL ANDINA S.A.  
**DOMICILIO LEGAL:** AV. JOSE GALVEZ BARRENECHEA NRO. 566 INT. 501 URB. CORPAC LIMA - LIMA - (051 SAN ISIDRO LIMA)  
**REFERENCIA CLIENTE:** CA-02  
**CÓDIGO TYPESA:** 000028547  
**MATRIZ:** Aire  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Cotización N°00020002956.  
 Muestreo realizado por TYPESA.  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE - ESTACIÓN CALLAO.  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:** PNTE-LTMO-19 Rev.2 Monitoreo de Calidad de Aire  
 Despejado  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:** N. 8667555 / E. 0267548 Ubicado cerca a garita principal, interior de la estación.  
**FECHA DE TOMA:** 30/11/2018 09:00:00 a.m. - 01/12/2018 09:00:00 a.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 02/12/2018  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 02/12/2018 - 24/01/2019

**RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*Cromo	ug/Std m3	0.0147	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Estaño	ug/Std m3	0.0121	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Estroncio	ug/Std m3	0.0292	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Hierro	ug/Std m3	5.103	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0070
*Litio	ug/Std m3	0.0019	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Magnesio	ug/Std m3	1.0780	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0022
*Manganeso	ug/Std m3	0.1342	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0002
*Mercurio	ug/Std m3	0.29702	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Molibdeno	ug/Std m3	0.0034	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Niquel	ug/Std m3	0.0117	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Plata	ug/Std m3	0.00839	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.00005
*Plomo (LV)	ug/Std m3	0.7991	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	Selection, preparation and extraction of filter material. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Using Inductively Couple Plasma/ Mass Spectrometry (ICP/MS)	0.2
*Potasio	ug/Std m3	0.5993	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0067
*Selenio	ug/Std m3	< 0.0044	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0044
*Silicio	ug/Std m3	3.1214	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0008
*Sodio	ug/Std m3	7.557	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.011
*Talio	ug/Std m3	0.0002	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Titanio	ug/Std m3	0.0564	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0003

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**

(\*\*) "Ensayo subcontratado por un tercero acreditado"

NOTA:


Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPESA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPESA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

**Director Técnico Laboratorio**

  
 José Luis Ramírez Campos  
 CQP N° 897

**INFORME DE ENSAYO N° 000030324**

**CLIENTE:** FERROVIAS CENTRAL ANDINA S.A.  
**DOMICILIO LEGAL:** AV. JOSE GALVEZ BARRENECHEA NRO. 566 INT. 501 URB. CORPAC LIMA - LIMA - (051 SAN ISIDRO LIMA)  
**REFERENCIA CLIENTE:** CA-02  
**CÓDIGO TYPSA:** 000028547  
**MATRIZ:** Aire  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Cotización N°00020002956.  
Muestreo realizado por TYPSA.  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE - ESTACIÓN CALLAO.  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:** PNTE-LTMO-19 Rev.2 Monitoreo de Calidad de Aire  
Despejado  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:** N.8667555 / E.0267548 Ubicado cerca a garita principal, interior de la estación.  
**FECHA DE TOMA:** 30/11/2018 09:00:00 a.m. - 01/12/2018 09:00:00 a.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 02/12/2018  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 02/12/2018 - 24/01/2019

**RESULTADOS ANALITICOS METALES PESADOS**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*Vanadio	ug/Std m3	0.0144	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Zinc	ug/Std m3	3.2533	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0031

Callao, 24 de enero de 2019



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA  
(\*\*) "Ensayo subcontratado por un tercero acreditado"

NOTA:  
Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A., Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce  
LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9763 E-mail: [labperu@typsa.com](mailto:labperu@typsa.com)

MC2301-1

Director Técnico Laboratorio

José Luis Ramírez Campos  
CQP N° 897

3/3





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE-099



### INFORME DE ENSAYO N° 000030325

CLIENTE: FERROVIAS CENTRAL ANDINA S.A.  
DOMICILIO LEGAL: AV. JOSE GALVEZ BARRENECHEA NRO. 566 INT. 501 URB. CORPAC LIMA - LIMA - (051 SAN ISIDRO LIMA)  
REFERENCIA CLIENTE: CA-01  
CÓDIGO TYPESA: 000028548  
MATRIZ: Aire  
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Cotización N°00020002956.  
Muestreo realizado por TYPESA.  
DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE - ESTACIÓN CALLAO.  
CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: PNTE-LTMO-19 Rev.2 Monitoreo de Calidad de Aire  
Despejado  
DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: N.8667581 / E:268302 Ubicado en parte posterior al ingreso de riel, colindante a avenida Atalaya.  
FECHA DE TOMA: 30/11/2018 09:00:00 a.m. - 30/11/2018 05:00:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCIÓN: 02/12/2018  
FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 02/12/2018 - 24/01/2019

RESULTADOS ANALITICOS FISICO-QUIMICOS GENERALES					
Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
**Monóxido de carbono (CO)	ug/Std m3	< 654.81	ALAB-LAB-06. (Basado en Peter O. Warner "Analysis of Air Pollutants" (Validado)	Colorimétrico	654.81

Callao, 24 de enero de 2019



Fdo. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopia  
CQP N° 927

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA  
(\*\*) "Ensayo subcontratado por un tercero acreditado"

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPESA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO TYPESA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: [labperu@typesa.com](mailto:labperu@typesa.com)

MC2301-1

Director Técnico Laboratorio

José Luis Ramírez Campos  
CQP N° 897

1/1



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
 CON REGISTRO N° LE-099  
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
 CON REGISTRO N° LE-099



INFORME DE ENSAYO N° 000030380

CLIENTE: FERROVIAS CENTRAL ANDINA S.A.  
 DOMICILIO LEGAL: AV. BOSSO TABARES BARRENECHEA NRO. 566 INT. 501 URB. CORPAC LIMA - LIMA - (051 SAN ISIDRO LIMA)  
 REFERENCIA CLIENTE: FERROVIAS CENTRAL ANDINA S.A.  
 DOMICILIO TYPSPA: AV. BOSSO TABARES BARRENECHEA NRO. 566 INT. 501 URB. CORPAC LIMA - LIMA - (051 SAN ISIDRO LIMA)  
 MATRIZ: Aire  
 REFERENCIA CLIENTE: Cotización N°00020002956.  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Muestreo realizado por TYPSPA.  
 CÓDIGO TYPSPA: 000030380  
 DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA: MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE - ESTACIÓN CERRO DE PASCO.  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Aire  
 CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: PNTE-TMO-19 Rev.2 Monitoreo de Calidad de Aire  
 DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: Muestreo por TYPSPA.  
 FECHA DE TOMA: 10/12/2018 04:00:00 p.m.  
 CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS: MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE - ESTACIÓN CERRO DE PASCO.  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 11/12/2018 04:00:00 p.m.  
 DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO: PNTE-TMO-19 Rev.2 Monitoreo de Calidad de Aire  
 FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS: 10/12/2018 04:00:00 p.m.  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 12/12/2018

RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS

Parametro	Unidad	Resultado	Metodo	Tecnica Empleada	L.D.
<b>Dioxido de azufre (SO2)</b>	ug/Std m3	< 13.00	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	13.00
<b>Estroncio</b>	ug/Std m3	0.0136	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.0001
<b>Material particulado PM10. (Bajo volumen)</b>	ug/Std m3	31.870	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	Gravimetrica	1.124
<b>Hierro</b>	ug/Std m3	1.214	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.0070
<b>Material particulado PM2.5 (Bajo volumen)</b>	ug/Std m3	15.3	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	Gravimetrica	0.5
<b>Litio</b>	ug/Std m3	0.0008	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.0001
<b>Magnesio</b>	ug/Std m3	0.5440	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.0022
<b>Sulfuro de hidrogeno (H2S)</b>	ug/Std m3	< 2.832	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	Colorimetrico	2.832
<b>Manganeso</b>	ug/Std m3	0.0846	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.0002
<b>Aluminio</b>	ug/Std m3	0.0098	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.0001
<b>Niquel</b>	ug/Std m3	0.600098	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.0001
<b>Plata</b>	ug/Std m3	0.00164	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.00005
<b>Plomo (Pb)</b>	ug/Std m3	< 0.0125	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.2
<b>Potasio</b>	ug/Std m3	0.0802660	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.0067
<b>Selenio</b>	ug/Std m3	< 0.0044	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.004
<b>Boro</b>	ug/Std m3	0.12818491	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.00008
<b>Cadmio</b>	ug/Std m3	0.0015504	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.0001
<b>Calcio</b>	ug/Std m3	4.7900001	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.0166
<b>Cobalto</b>	ug/Std m3	0.00040088	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.000003
<b>Cobre</b>	ug/Std m3	0.1638	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5	ICPMS	0.0001

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
 (\*) Esta prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSPA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de conservación de la muestra.  
 (\*\*) Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 NOTALABORATORIO TYPSPA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typspa.com  
 LABORATORIO TYPSPA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269, Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typspa.com

MC2301-1

Director Técnico Laboratorio  
 José Luis Ramírez Campos  
 CQP N° 897  
 José Luis Ramírez Campos

**INFORME DE ENSAYO N° 000030380**

**CLIENTE:** FERROVIAS CENTRAL ANDINA S.A.  
**DOMICILIO LEGAL:** AV. JOSE GALVEZ BARRENECHEA NRO. 566 INT. 501 URB. CORPAC LIMA - LIMA - (051 SAN ISIDRO LIMA)  
**REFERENCIA CLIENTE:** CA-01  
**CÓDIGO TYPSA:** 000028606  
**MATRIZ:** Aire  
**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:** Cotización N°00020002956.  
Muestreo realizado por TYPSA.  
**DESCRIPCIÓN PROCEDIMIENTO TOMA DE MUESTRA:** MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE - ESTACIÓN CERRO DE PASCO.  
**CONDICIONES AMBIENTALES EN LA TOMA DE MUESTRAS:** PNTE-LTMO-19 Rev.2 Monitoreo de Calidad de Aire  
Despejado  
**DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MUESTREO:** N.8818473 / E.0361547 Parte sur de las oficinas administrativas.  
**FECHA DE TOMA:** 10/12/2018 04:00:00 p.m. - 11/12/2018 04:00:00 p.m.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 12/12/2018  
**FECHA DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS:** 12/12/2018 - 24/01/2019

**RESULTADOS ANALÍTICOS METALES PESADOS**

Parámetro	Unidad	Resultado	Método	Técnica Empleada	L.D.
*Vanadio	ug/Std m3	0.0058	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0001
*Zinc	ug/Std m3	0.4679	EPA Compendium Method IO-3.1; IO-3.5.	ICPMS	0.0031

Callao, 24 de enero de 2019



Fdc. Vanessa León Legua  
Jefe de Laboratorio General y Espectroscopía

**ANEXO N° 03**

L.C. Límite de cuantificación/L.D. Límite de detección  
(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el **INACAL - DA**  
(\*\*) "Ensayo subcontratado por un tercero acreditado"

NOTA:

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de TYPSA, S.A. Sucursal del Perú. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario después de la recepción de la muestra en el laboratorio. Resultados válidos para la muestra referida en el presente informe. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce

LABORATORIO TYPSA PERÚ, Urb. Parque Industrial Callao, C/ Delta, 269. Callao. Telf 511-711-9736/711-9753 E-mail: labperu@typsa.com

MC2301-1

Director Técnico Laboratorio 3/3

.....  
**José Luis Ramírez Campos**  
CORPAC

**MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE**

**ESTACIÓN CALLAO**

**Estación CA-01**



**Estación CA-02**



**ESTACIÓN MONSERRATE**

**Estación CA-01**



**Estación CA-02**





**MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE**

**ESTACIÓN CHOSICA**

**Estación CA-01**



**Estación CA-02**



**ESTACION BALTA**

**Estación CA-01**



**Estación CA-02**



**MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE**

**ESTACIÓN MATUCANA**

<b>Estación CA-01</b>	<b>Estación CA-02</b>
	

**Estación CA-03**



<b>MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE</b>	
<b>ESTACIÓN YAULI</b>	
<b>Estación CA-01</b>	<b>Estación CA-02</b>



**Estación CA-03**



**MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE**

**ESTACIÓN LA OROYA**

**Estación CA-01**

**Estación CA-02**



**Estación CA-03**



**MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE**

**ESTACIÓN CASAPALCA**

**Estación CA-01**

**Estación CA-02**





**ESTACIÓN CERRO DE PASCO**

**Estación CA-01**

**Estación CA-02**

