

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



INFORME DE TESIS

**“MONITOREO DE CONTAMINANTES SÓLIDOS
SEDIMENTABLES (CSS) DE LA EXTRACCION DE AGREGADOS
MINERALES PARA LA CONSTRUCCION EN LA CANTERA
ARUNTA DEL DISTRITO DE GREGORIO ALBARRACIN -
AGOSTO 2019”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. Julio César Carrión Gutierrez

Bach. Javier Junior Ayza Yupanqui

TACNA – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

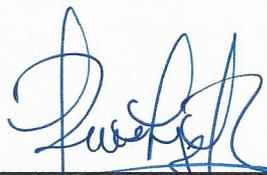
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

Tesis

**“Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS)
de la extracción de agregados minerales para la construcción
en la cantera Arunta del distrito de Gregorio Albarracín –
Agosto 2019”**

Tesis sustentada y aprobada el 13 de diciembre del 2019; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:



Dr. Richard Sabino Lazo Ramos

SECRETARIO:



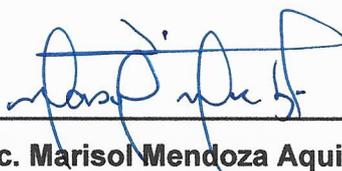
Mtra. Milagros Herrera Rejas

VOCAL:



Dr. Williams Sergio Almanza Quispe

ASESOR:



M.Sc. Marisol Mendoza Aquino

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Julio César Carrión Gutierrez y Javier Junior Ayza Yupanqui, en calidad de: Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado (a) con DNI 45420578 y 46980965.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor (a) de la tesis titulada:

“Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) de la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta del distrito Gregorio Albarracín – Agosto 2019”

la misma que presento para optar:

El Título Profesional de Ingeniero ambiental.

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 13 de diciembre del 2019



.....
Julio César Carrión Gutierrez
DNI: 45420578



.....
Javier Junior Ayza Yupanqui
DNI: 46980965

DEDICATORIA

Primero se lo dedico a mi padre creador de todas las cosas y del conocimiento que me ha forjado durante el tiempo, a la fortaleza que me ha dado para continuar sobre todos los alto y bajos de mi vida personal y profesional.

A mi madre Carmen Rosa y mi hermana Carmen Valeria quienes, sobre todas las cosas, siempre me han animado a continuar con el rumbo correcto en mi vida, por tener la paciencia suficiente y darme la inspiración para desarrollar esta investigación.

A Lizbeth Angélica madre de mi hija Luhana Aylin, quien me dio a la inspiración de mi vida, quien es la luz que me guía a seguir estudiando y fortalecerme cada día.

A mis tíos Moisés y Tito, quienes en mi niñez fueron como mis padres cuando más necesitaba a mi lado a alguien.

Por ultimo le agradezco a las personas que jamás olvidare y que siempre las tendré en mi corazón, a ustedes mis abuelitos Rosa Gutierrez y Miguel Copaja.

Julio César Carrión Gutierrez

Al creador de todas las cosas, el que da la fortaleza para continuar cuando he estado a punto de caer; por ello, con toda humildad que de mi corazón pueda emanar, dedico primeramente mi trabajo a Dios.

Dedico este trabajo a la vida y a mi madre por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles. A mi hermano que siempre ha estado junto a mí y brindándome su apoyo, Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente a ser quien soy.

Javier Junior Ayza Yupanqui

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento total a nuestros docentes de la carrera de ingeniería ambiental los cuales nos ayudaron a formar conocimientos y experiencias profesionales durante nuestro desarrollo de estudiantes a profesionales.

A nuestra asesora y amiga, Ing. Marisol Mendoza, quien nos dirigió y nos apoyó en la presente investigación aportando con sus conocimientos y experiencias.

A nuestros amigos profesionales, cuyo apoyo anímico fue esencial para lograr esta investigación, impulsándonos a generar nuevas tecnologías innovadoras.

INDICE GENERAL

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1. Descripción del problema.....	15
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1. Interrogante principal	16
1.2.2. Interrogante específico.....	16
1.3. Justificación e importancia	16
1.4. Objetivos.....	16
1.4.1. Objetivo principal.....	16
1.4.2. Objetivos específicos	16
1.5. Hipótesis	17
1.5.1. Hipótesis general	17
1.5.2. Hipótesis específica	17
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes del estudio	18
2.2. Bases teóricas	19
2.2.1. Contaminación del aire	19
2.2.1.1. Fuentes de contaminación atmosférica	19
2.2.1.2. Tipo de contaminantes	20
2.2.1.3. Efecto de los contaminantes del aire	22
2.2.2. Calidad del aire	25
2.2.3. Métodos de monitoreo de calidad de aire	28
2.2.3.1. Muestreo pasivo	28

2.2.3.2.	Muestreo activo.....	28
2.2.3.3.	Métodos automáticos.....	28
2.3.	Definición de términos.....	28
CAPITULO III:	MARCO METODOLÓGICO	30
3.1.	Tipo y diseño de la investigación	30
3.1.1.	Tipo de investigación: Explicativo.....	30
3.1.2.	Diseño de la investigación: Diseño de campo.....	30
3.2.	Población y/o muestra de estudio	30
3.2.1.	Población.....	30
3.2.1.1.	Descripción de la población.....	30
3.2.1.2.	Nivel de la población.....	30
3.2.2.	Muestras.....	31
3.2.2.1.	Descripción de la muestra	31
3.2.2.2.	Nivel de la muestra	31
3.3.	Operacionalización de variables	32
3.4.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	33
3.4.1.	Técnicas para la recolección de datos	33
3.4.2.	Instrumentos para la recolección de datos.....	33
3.4.3.	Procedimiento para la recolección de datos	33
3.4.3.1.	Ubicación de la zona de estudio	34
3.4.3.2.	Preparación de placas receptoras.....	34
3.4.3.3.	Instalación de placas receptoras.....	35
3.4.3.4.	Recolección y pesado de placas receptoras	36

3.4.3.5.	Determinación de la rosa de viento.....	36
3.5.	Procesamiento y análisis de datos	37
CAPITULO IV:	RESULTADOS	40
4.1.	Rosa de viento.....	40
4.2.	Resultados del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables	40
4.1.1.	Monitoreo en cantera Arunta	40
4.1.2.	Monitoreo alrededor (Suroeste) de cantera Arunta.....	41
4.1.3.	Monitoreo alrededor (Noreste) de cantera Arunta	42
4.1.4.	Monitoreo alrededor (Suroeste y noreste) de cantera Arunta.....	42
4.3.	Análisis estadístico de los resultados del monitoreo	43
4.3.1.	Promedio de resultado del monitoreo en cantera Arunta	43
4.3.2.	Pruebas estadísticas.....	44
4.3.2.1.	Cantera Arunta.....	44
4.3.2.2.	Alrededor (Suroeste y noreste) de cantera Arunta	45
CAPITULO V:	DISCUSIÓN	47
CONCLUSIONES	48	
RECOMENDACIONES.....	49	
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	50	
ANEXOS.....	53	

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Guías de calidad del aire OMS y objetivos intermedios para el material particulado: concentraciones medias anuales	26
Tabla 2. Guías de calidad del aire y objetivos intermedios para el material particulado: concentraciones de 24 horas.....	26
Tabla 3. Estándares de calidad ambiental para aire.....	27
Tabla 4. Relación de canteras a monitorear – Distrito Cnel. Gregorio Albarracín Lanchipa.....	30
Tabla 5. Descripción para el desarrollo de la investigación.....	31
Tabla 6. Operacionalización de variables	32
Tabla 7. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	33
Tabla 8. Puntos de muestreo al suroeste de la cantera Arunta.....	35
Tabla 9. Puntos de muestreo al noreste de la cantera Arunta	35
Tabla 10. Puntos de muestreo en la cantera Arunta.....	35
Tabla 11. Puntos de muestreo en la cantera Arunta.....	36
Tabla 12. Datos de dirección y velocidad de viento.....	37
Tabla 13. Muestreo de placas receptoras en la cantera Arunta	38
Tabla 14. Muestreo de placas receptoras alrededor de la cantera Arunta.....	39
Tabla 15. Valores estadísticos para la muestra T-student de la cantera Arunta.....	44
Tabla 16. Prueba de hipótesis para las muestras de la cantera Arunta.....	45
Tabla 17. Valores estadísticos para la muestra de T-student.....	45
Tabla 18. Prueba de hipótesis	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Deterioro del entorno urbano	22
Figura 2. Procesos de deterioro de los materiales.....	23
Figura 3. Deterioro de la salud, ecosistema y cultivo.....	24
Figura 4. Procedimiento para la recolección de datos	33
Figura 5. Ubicación de la cantera Arunta	34
Figura 6. Rosa de viento.....	40
Figura 7. Resultado mensual del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables en la cantera Arunta.....	41
Figura 8. Resultados mensuales del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables al suroeste de la cantera Arunta	41
Figura 9. Resultados mensuales del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables al noreste de la cantera Arunta.....	42
Figura 10. Resultados mensuales del monitoreo al suroeste y noreste de la cantera Arunta.....	43
Figura 11. Promedio de resultados del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables	43

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Anexo 2: Certificados

Anexo 3: Ficha de campo

Anexo 4: Panel de fotos

Anexo 5: Planos

RESUMEN

Las actividades de extracción de agregados minerales en la cantera Arunta (Río seco) deterioran la calidad del aire afectando la salud de las personas y animales en diferentes grados de magnitud.

El monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables, durante el mes de agosto del 2019, tuvo como objetivo principal determinar la contaminación que se genera por la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta, y asimismo cuantificar, determinar los puntos críticos y establecer si cumplen el valor de 5 Tn/km²/mes que establece la organización mundial de la salud (OMS).

Para realizar el monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables se utilizaron placas receptoras de 10 x 10 cm, las cuales fueron instaladas en la cantera Arunta y la población que se encuentra al suroeste y noreste de la cantera, los puntos de muestreo en total fueron 49, 35 en la cantera Arunta, 7 en la población que se encuentra al suroeste y 7 al noreste de la cantera Arunta.

Los resultados del monitoreo determinaron que existe contaminación debido a la extracción de agregados minerales para la construcción y que es uno de los factores más importantes de la contaminación del aire, el promedio del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables en la cantera Arunta y población que se encuentran suroeste y noreste de la cantera son 50.8, 28.29 y 137.60 Tn/km²/mes, el punto más crítico es de 196 Tn/km²/mes que corresponde a la población noreste de la cantera, los valores obtenidos en los resultados de esta tesis son superiores al valor de 5 Tn/km²/mes establecido por la OMS.

Palabras claves: Contaminantes sólidos sedimentables, contaminación, cantera, placas receptoras.

ABSTRACT

The activities of extraction of mineral aggregates in the quarry Arunta (Rio Seco) deteriorate the air quality affecting people and animal's health on different scales.

The monitoring of sedimentable solids contaminants during August of 2019 had as a main goal to determine the pollution which is generated from the extraction of mineral solids for construction in the quarry Arunta, as well as quantify, determine the critical points and establish if they accomplish the value of $5\text{Tn}/\text{km}^2/\text{month}$ set by the World Health Organization (WHO).

To make the monitoring of sedimentable solids contaminants, some 10×10 cm receiver circuit boards were used which were installed in the quarry Arunta as well as for the residents who are located in the southwest and northeast of the mentioned quarry. The total sampling were forty-nine, thirty-five in the quarry Arunta and seven on the residents' location who are in the southwest and northeast of the quarry.

The monitoring results showed that there is pollution which is being caused due to the extraction of mineral aggregates for construction and that is one of the most important factors of the air pollution. The average of the monitoring of sedimentable solids contaminantss in the quarry Arunta and on the residents who are established in the southwest and northeast of the quarry are 50.8, 28.29 y $137.60 \text{ Tn}/\text{km}^2/\text{month}$, the most critical point is $196 \text{ Tn}/\text{km}^2/\text{month}$ which corresponds to the northeastern residents from the quarry, the values obtained from the results of this thesis are above $5 \text{ Tn}/\text{km}^2/\text{month}$ set by the World Health Organization (WHO).

Keywords: Contaminants of sedimentable solids, pollution, quarry, receiving plates.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la actividad de la extracción de agregados minerales para la construcción, viene afectando la salud de la población y degradando la calidad del aire en el distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa. El problema de la contaminación atmosférica, debe considerarse uno de los principales problemas para tomar precauciones en la salud pública.

La contaminación atmosférica, es la presencia de agentes físicos (radiaciones no ionizantes, ruidos y radiaciones ionizantes), biológicos (hongos, ácaros, bacterias y polen) y químicos (polvos, nieblas, vapores, gases y humos) en el aire, las cuales tienen concentraciones que dañan la salud, bienestar y seguridad de la sociedad.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), estableció al polvo atmosférico sedimentable (PAS) un parámetro de evaluación de $5 \text{ Tn/km}^2/\text{mes}$, con la finalidad de monitorear y reducir la contaminación del aire por polvo atmosférico sedimentable.

La presente investigación se ha desarrollado basándose en el límite máximo permisible establecido por la OMS, instalando placas receptoras en la cantera Arunta y en la población que se encuentra suroeste y noroeste de la cantera, con la finalidad de obtener resultados que nos permitan cumplir con el objetivo de esta investigación.

Con los resultados obtenidos se logró determinar que la extracción de agregados minerales para la construcción es uno de los principales factores existente de la contaminación de la zona de estudio.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

La contaminación del aire a nivel mundial representa un problema de salud sumamente importante. La sociedad tecnológica y la industrialización han provocado en los últimos años un aumento de la contaminación del aire.

La extracción de minerales para la construcción es la actividad industrial más común a nivel mundial y una las principales generadoras de contaminación por la emisión de material particulado producto de las excavaciones, perforación, voladuras, recolección y transporte, produciendo efectos en la salud de las personas y un impacto significativo durante estas actividades.

En el Perú la industria de la construcción ha tenido una alta demanda, propiciando a la extracción de agregados minerales con fines constructivos, el cual se realiza de manera indiscriminada generando contaminación del aire mediante las partículas de solidos sedimentables.

La contaminación del aire en el año 2019 es uno de los mayores riesgos para la salud humana y el medio ambiente, siendo uno de los contaminadores principales la extracción de minerales para la construcción en la Cantera Arunta del Distrito de Gregorio Albarracín de la región Tacna.

La Cantera Arunta que se encuentra a cargo de varias empresas naturales y jurídicas, el cual no miden el grado de contaminación de aire que generan, y debido al crecimiento urbano desmesurados y no planificado desde el año 2010 ha logrado que los alrededores de la cantera Arunta sean invadidas por pobladores y la contaminación que genera la cantera Arunta, afecte a la población ya establecida.

Por lo esbozado determinamos el siguiente problema:

Contaminación del aire hacia la población residente de la zona debido a la extracción de minerales para la construcción en la cantera Arunta.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Interrogante principal

- ¿En qué medida se generan los contaminantes sólidos sedimentables en la cantera Arunta?

1.2.2. Interrogante específico

- ¿En qué medida se podría cuantificar los contaminantes sólidos sedimentables?
- ¿Cuáles serán los puntos más críticos de concentración de contaminante de sólidos sedimentables?
- ¿Podrán cumplir los límites de la normativa OMS los puntos de muestreo?

1.3. Justificación e importancia

Sabiendo que en la zona de estudio no cuenta con un estudio de contaminación de sólidos sedimentables y al no disponer de un monitoreo adecuado por las entidades a cargo se requiere plantear este estudio con la finalidad de medir los contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras.

Asimismo, se sabe que la cantera Arunta es una zona de explotación de minerales para la construcción y sus alrededores son zonas urbanas, en las cuales se debe medir el grado de contaminación de aire por sólidos sedimentables, el cual afecta a la salud de la población colindante.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo principal

- Determinar la cantidad de contaminantes sólidos sedimentables en la Cantera Arunta del Distrito de Gregorio Albarracín.

1.4.2. Objetivos específicos

- Cuantificar la cantidad de contaminantes sólidos sedimentables obtenido en los puntos de muestreo seleccionados, mediante el método de placas receptoras.

- Determinar los puntos más críticos de la concentración de sólidos sedimentable en la Cantera Arunta.
- Determinar si los puntos de muestreo se encuentran dentro de los límites que establece la normativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

H₁: El monitoreo de los contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras, se logrará determinar la contaminación que se genera por la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta.

H₀: El monitoreo de los contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras, no se logrará determinar la contaminación que se genera por la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta.

1.5.2. Hipótesis específica

H₂: El monitoreo de los contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras, cuantificará la cantidad de contaminantes sólidos sedimentables obtenido de los puntos de muestreo.

H₃: El monitoreo de los contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras, determinará los puntos más críticos de la concentración de contaminantes sólidos sedimentables en la cantera Arunta.

H₄: El monitoreo de los contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras, determinará los puntos de muestreo que se encuentren dentro de los límites que establece la normativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

- En el trabajo Titulado “Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción Inagua en Guantánamo Cuba”, para la realización del estudio se ejecutaron varias fases metodológicas en las que se resumen las técnicas, procedimientos y métodos de estudio que permiten entender, evaluar y concebir la influencia de la explotación del yacimiento La Inagua sobre el medio ambiente. Como Resultado se obtuvo la identificación de las principales acciones susceptibles de producir impactos ambientales: desbroce, destape de materia prima, perforación y voladura, excavaciones, transportación, procesamiento de la materia prima y su almacenamiento, concluyendo que la efectividad del estudio permite conocer los amplios efectos de esta actividad. (Hernández-Jatib, Ulloa-Carcasés, Almaguer-Carmenate, & Ferrer, 2014)
- Cortelo Escobar y Cortez Aquino (2012), cuantificó la concentración de polvo atmosférico sedimentables en las instalaciones del campus de la Universidad de El Salvador mediante los métodos de Bergerhoff y placas receptoras. Los resultados obtenidos del análisis estadístico con la prueba t – student determinó que el método Bergerhoff tiene una mayor precisión que el método de las placas receptoras.
- Calvo Trujillo (2017), realizó un trabajo en el cual relacionó la concentración de polvos atmosféricos sedimentables con la salud de trabajadores de una ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Pillco Marca; donde estableció aspectos a considerar como: cantidad de personal expuesto y el periodo de trabajo. Los resultados de la concentración fueron superior al límite establecido por la Organización mundial de la salud (OMS) y se demostró que existe una relación significativa entre el polvo atmosférico sedimentable y la salud de los trabajadores concluyendo que se deben incorporar medidas de regulación a las actividades de explotación y extracción dentro de estos yacimientos.
- Quiroz Mendoza (2019), realizó una comparación de la concentración del polvo atmosférico sedimentable de vías pavimentadas y no pavimentadas con la finalidad de demostrar si existen diferencias significativas entre los

resultados. Los puntos de muestreo fueron la avenida Atahualpa (vía pavimentada) y la avenida Ricardo Palma (vía no pavimentada) en la ciudad Uchiza. Los resultados del muestreo fueron superiores a los límites de calidad ambiental y que existe diferencias significativas entre los resultados de la vía pavimentada y la vía no pavimentada.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Contaminación del aire

La contaminación del aire en escala macro, media y micro es un asunto muy importante en la salud pública. La contaminación del aire se debe a fuentes industriales y móviles que contribuyen a la contaminación a mediana escala del aire. (Mackenzie L. & Susan J., 2005)

2.2.1.1. Fuentes de contaminación atmosférica

Los contaminantes que están presentes en la atmosfera son de dos tipos de fuentes las cuales son: Fuentes Naturales y fuentes antropogénicas. (Inche, 2004)

Fuentes Naturales

Las fuentes naturales son aquellas que contaminan independientemente a la actividad humana. Este tipo de fuente contamina mediante el resultado de un proceso biológico como bióticos y abióticos, este tipo de fuente se clasifica en fuentes naturales biogénicas y geogénicas. Las fuentes naturales biogénicas, son fuentes que emiten compuestos que provienen del proceso biótico y se presentan en todo ecosistema, siendo la fuente principal y predominante la vegetación, también la actividad microbiana que se genera en el suelo se incluye en esta categoría; las fuentes naturales geogénicas, son las fuentes que son procedentes de procesos abióticos como: gases naturales, actividad volcánica, etc. (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2017)

Fuentes antropogénicas

Son aquellas emisiones generadas por la actividad humana y se dividen en fuentes fijas y fuentes móviles. Las fuentes fijas, son aquellas que se encuentran en un lugar inamovible y son consideradas como las emisiones generadas por la quema de combustible procedente de la actividad industrial, mientras que las fuentes móviles, son aquellas fuentes que pueden desplazarse y están asociadas a las emisiones de gases que provienen de los automóviles. (Ministerio del medio ambiente, 2016)

2.2.1.2. Tipo de contaminantes

a. Dióxido de azufre (SO₂)

Son producidas por la combustión del carbón, diésel y aceite de combustible. El valor estándar promedio para un tiempo de 24 horas es de 0.14 ppm según la EPA (United States Environmental Protection Agency). El dióxido de azufre es un gas no inflamable e incoloro y en altas concentraciones genera un olor fuerte e irritante, representa un peligro para las personas asmáticas y para la gente que hace ejercicio es un problema ocasionándoles irritación a la garganta. (Arellano Díaz & Guzmán Pantoja, 2011)

b. Material particulado (PM)

Este tipo de partículas se genera de la combustión de combustibles, procesos industriales, agricultura y emisiones de polvo de carreteras sin pavimentación. Las exposiciones del material particulado a corto plazo pueden agravar enfermedades pulmonares o cardíacas, las exposiciones a largo plazo conducen a desarrollar enfermedades pulmonares o cardíacas y mortalidad prematura. El material particular se clasifica por su tamaño puede ser menor o igual a 2.5 mm de diámetro (PM_{2.5}) o también menor igual a 10 mm de diámetro (PM₁₀). (Mihelcic & Zimmerman, 2014)

c. Dióxido de nitrógeno (NO₂)

El dióxido de nitrógeno es un contaminante que se produce a partir de la combustión de combustibles fósiles a altas temperaturas. Lo emiten los vehículos, en especial los diesel y se produce también a partir de emisiones de monóxido de nitrógeno de vehículos, sus efectos que producen en la salud son infecciones respiratorias e irritación de la mucosa del aparato respiratorio. (Ministerio del Ambiente, 2010)

d. Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un gas inodoro, insípido e incoloro. Es un contaminante primario e indicador que se produce a partir de la combustión de combustible y del tráfico vehicular. Es mortal en altas dosis y ataca el sistema nervioso. El CO actúa como el CO₂, el cual atrapa el calor de la tierra. (Gaur, 2008)

e. El ozono (O₃)

El ozono es un contaminante secundario que se genera a partir de contaminantes precursores. Es un componente principal del smog fotoquímico y a su vez un fuerte agente oxidante. Se produce como producto de la reacción de los hidrocarburos, COV y NO_x ante la presencia de la radiación solar. El ozono a altas concentraciones es nocivo para las personas, produce tos, dolores de cabeza, irritación de ojos, garganta y nariz, ataca las vías respiratorias y agrava las enfermedades del corazón. (Ministerio del medio ambiente, 2016)

f. Los contaminantes sólidos sedimentables (CSS)

Se le denominan también como polvo atmosférico, el cual se encuentra constituido por metales pesados (zinc, plomo, cadmio, cromo y entre otros) y materiales inertes.

Los CSS se acumulan en la atmosfera debido a las emisiones de las fábricas, parque automotor, botaderos de residuos sólidos, etc. (Instituto Nacional de Estadística e Informatica, 2005)

2.2.1.3. Efecto de los contaminantes del aire

a. Efectos sobre los materiales y las plantas

El efecto atmosférico más importante sobre los materiales es la corrosión es el óxido de azufre causa mucho daño sobre los tipos de materiales, de manera directa o indirecta como: la humedad y la temperatura, el alto contenido de óxido de azufre en el aire acelera la corrosión en los metales (carbono, zinc, acero galvanizado, etc), en los materiales que poseen composición carbonatada se ven afectados por la presencia de dióxido de azufre; y los efectos de la contaminación atmosférica sobre las plantas pueden manifestarse por la alteración de diferentes mecanismos vitales de las plantas: funciones metabólicas y tejidos los que pueden ser afectados por diferentes compuestos gaseosos con fluor y azufre que degeneran las hojas (necrosis o clorosis). En la figura 1 y 2 se muestra el deterioro de los materiales por la contaminación del aire. (Ayuntamiento de Madrid, 2018)

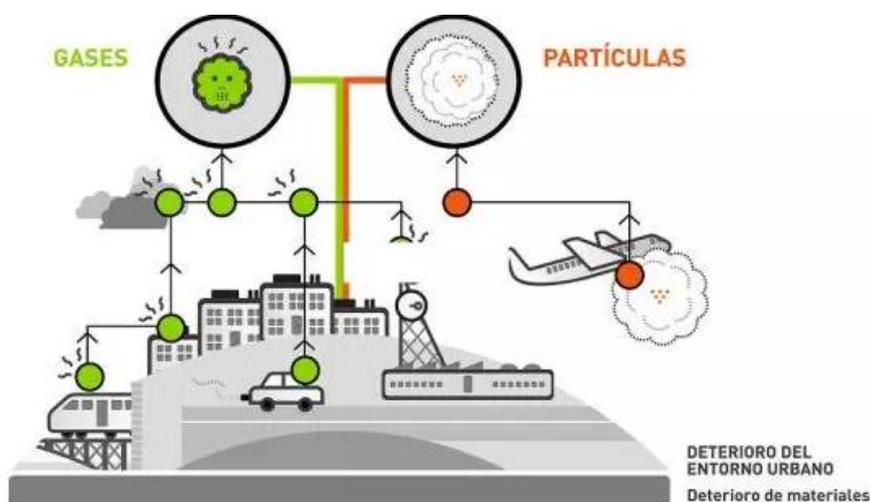


Figura 1. Deterioro del entorno urbano. (Ayuntamiento de Madrid, 2018)

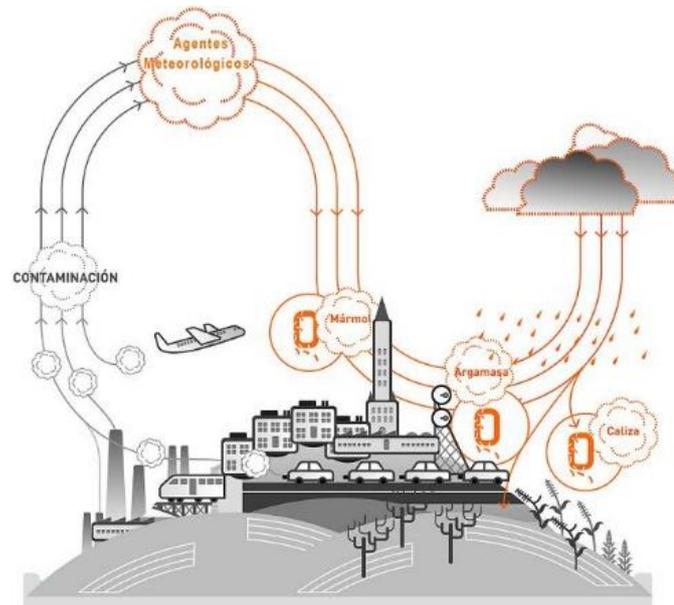


Figura 2. Procesos de deterioro de los materiales. (Ayuntamiento de Madrid, 2018)

b. Efectos sobre la salud:

La contaminación del aire es uno de los principales riesgos a la salud humana y del medio ambiente. Los problemas de salud ocasionados por la contaminación del aire cada día se agravan y se incrementan, la lista de enfermedades es muy amplia: Problema de daño al cerebro, asma, gripe, bronquitis enfisema pulmonar y cáncer pulmonar, los cuales son comunes en lugares donde la contaminación es alta. (Arellano Díaz & Guzmán Pantoja, 2011)

c. Efectos globales

- Efecto invernadero

El aumento de la concentración del dióxido de carbono y otros contaminantes debido a la actividad humana pueden generar un incremento de la temperatura de la tierra llamado efecto invernadero y por lo tanto la pérdida del equilibrio natural. El efecto invernadero modificaría el clima provocando el cambio del régimen de lluvias, la alteración de las tierras cultivables y también el desierto. (Encinas Malagón, 2011)

- Disminución del ozono

La capa de ozono es fundamental para todos los seres vivos, esta protege la tierra de la exposición de los rayos solares ultravioletas como un potente filtro solar. La disminución de la capa de ozono traería efectos perjudiciales para varias especies, en la salud humanas la exposición a UV-B generaría riesgos de cataratas, cáncer de piel y debilitaría al sistema inmunológicos, mientras que disminuye el crecimiento de plantas y afecta a los organismos acuáticos y unicelulares. (Ministerio del medio ambiente, 2016)

- La lluvia ácida

La lluvia ácida se relaciona con los efectos de la acidez generando daños a bosques, cultivos y sobre la vida acuática. (Mackenzie L. & Susan J., 2005)

- Efectos en los suelos

La acidificación en el suelo trae efectos sumamente importantes causando daños en amplias áreas de suelo y bosques. (Ayuntamiento de Madrid, 2018)

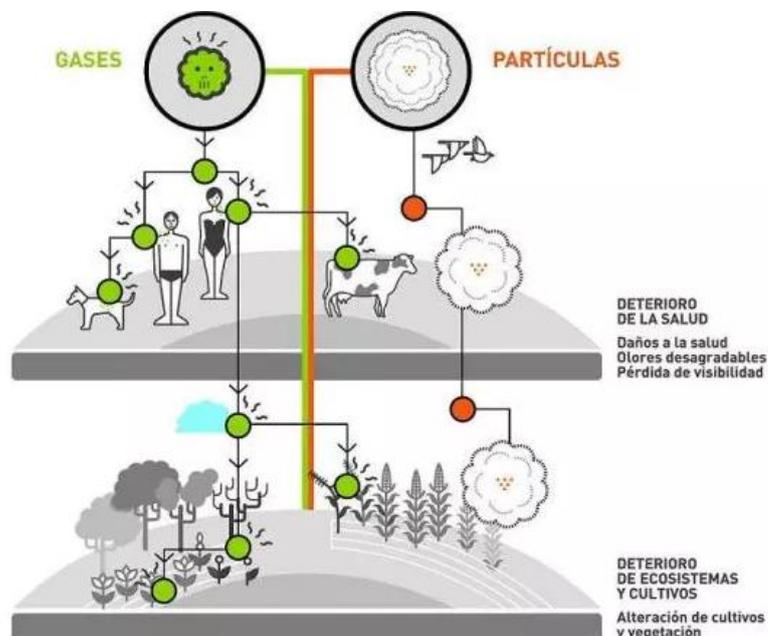


Figura 3. Deterioro de la salud, ecosistema y cultivo. (Ayuntamiento de Madrid, 2018)

2.2.2. Calidad del aire

La Calidad del aire se considera a todo el aire limpio y libre de sustancias nocivas que puedan alterar la salud de los seres vivos. La OMS y la evidencia científica destacan que los efectos de la contaminación del aire son establecidos en normas, por lo tanto, no se considera un límite de “no efecto” para los contaminantes más estudiados (PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , SO_3 y O_3). (Organización mundial de la salud, 2012)

Entre los principales contaminantes del aire uno de los más destacados son las partículas suspendidas en su fracción respirable (PM_{10} y $PM_{2.5}$) cuya característica es su diámetro de 0.3 a 10 μm como polvo, hollín, partículas metálicas, cemento o polen. El PM_{10} y $PM_{2.5}$ generan problemas que pueden causar irritación en las vías respiratorias ya que su acumulación en los pulmones origina enfermedades como el asma, la silicosis y la asbestosis. A raíz de este problema la OMS estableció guías de calidad del aire, cuya función y objetivo son el ofrecer orientación sobre los métodos integrales para reducir los efectos de la contaminación del aire. No obstante, cada país por iniciativa y necesidad establece normas de calidad del aire para proteger la salud pública, razón por la cual son un componente importante de las políticas nacionales. (Organización Mundial de la Salud, 2005)

Guías:

$PM_{2.5}$: 10 $\mu g/m^3$, media anual.

25 $\mu g/m^3$, media de 24 horas.

PM_{10} : 20 $\mu g/m^3$, media anual.

50 $\mu g/m^3$, media de 24 horas.

Tabla 1. Guías de calidad del aire OMS y objetivos intermedios para el material particulado: concentraciones medias anuales

	MP ₁₀ (µg/m ³)	MP _{2.5} (µg/m ³)	Fundamento del nivel elegido
objetivo intermedio - 1 (OI-1)	70	35	Estos niveles están asociados con un riesgo de mortalidad a largo plazo alrededor de un 15% mayor que con el nivel de las GCA.
objetivo intermedio - 2 (OI-2)	50	25	Además de otros beneficios para la salud, estos niveles reducen el riesgo de mortalidad prematura en un 6% aproximadamente [2-11%] en comparación con el nivel del OI-1.
objetivo intermedio - 3 (OI-3)	30	15	Además de otros beneficios para la salud, estos niveles reducen el riesgo de mortalidad prematura en un 6% [2-11%] aproximadamente en comparación con el nivel del OI-2.
Guía de calidad del aire (GCA)	20	10	Estos son los niveles más bajos con los cuales se ha demostrado, con mas del 95% de confianza, que la mortalidad total, cardiopulmonar y por cáncer de pulmón, aumenta en respuesta a la exposición prolongada al MP _{2.5}

(Organización Mundial de la Salud, 2005)

Tabla 2. Guías de calidad del aire y objetivos intermedios para el material particulado: concentraciones de 24 horas.

	MP ₁₀ (µg/m ³)	MP _{2.5} (µg/m ³)	Fundamento del nivel elegido
objetivo intermedio - 1 (OI-1)	70	35	Estos niveles están asociados con un riesgo de mortalidad a largo plazo alrededor de un 15% mayor que con el nivel de las GCA.
objetivo intermedio - 2 (OI-2)	50	25	Además de otros beneficios para la salud, estos niveles reducen el riesgo de mortalidad prematura en un 6% aproximadamente [2-11%] en comparación con el nivel del OI-1.
objetivo intermedio - 3 (OI-3)	30	15	Además de otros beneficios para la salud, estos niveles reducen el riesgo de mortalidad prematura en un 6% [2-11%] aproximadamente en comparación con el nivel del OI-2.
Guía de calidad del aire (GCA)	20	10	Estos son los niveles más bajos con los cuales se ha demostrado, con mas del 95% de confianza, que la mortalidad total, cardiopulmonar y por cáncer de pulmón, aumenta en respuesta a la exposición prolongada al MP _{2.5}

(Organización Mundial de la Salud, 2005)

Podemos decir en síntesis que contar con un ambiente sano, limpio y equilibrado para alcanzar desarrollo de la vida, derecho fundamental establecido en la Constitución Política de nuestro país. Una buena calidad del aire promueve a un planeta más seguro y próspero, nos permite aspirar a una mejor calidad de vida de la población; lo cual se logra con disciplina y el compromiso, teniendo la participación activa de todos los actores involucrados, Estado, empresa y población; siendo responsabilidad del Estado implementar y ejecutar las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento de importantes instrumentos de gestión ambiental como Estándares de Calidad Ambiental (ECA), Límites Máximos Permisibles (LMP), Planes de Acción, entre otros. (Ministerio del ambiente, 2017)

Tabla 3. Estándares de calidad ambiental para aire

Parámetros	Período	Valor [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Criterios de evaluación	Método de análisis ^[1]
Benceno (C_6H_6)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO_2)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO_2)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Criterios de evaluación	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras ($\text{PM}_{2,5}$)	1 hora	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Criterios de evaluación	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM_{10})	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Criterios de evaluación	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) ^[2]	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS)
				o
				Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS)
				o
				Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O_3)	8 horas	100	Máxima media diaria	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
			NE más de 24 veces al año	
Plomo (Pb) en PM_{10}	Mensual	1.5	NE más de 4 veces al año	Método para PM_{10} (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0.5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H_2S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder.

[1] o método equivalente aprobado.

[2] El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

(Ministerio del ambiente, 2017)

2.2.3. Métodos de monitoreo de calidad de aire

2.2.3.1. Muestreo pasivo

Son métodos confiables y costo accesibles. Nos permite establecer indicadores de la concentración promedio de contaminación en intervalos de tiempo que pueden representar de semanas a meses. Se denomina muestro pasivo porque los equipos no necesitan de alguna clase de energía latente durante el periodo de muestreo. (Dirección General de Salud Ambiental, 2005)

2.2.3.2. Muestreo activo

A diferencia de muestro pasivo, funciona como un mecanismo colector el cual es mas tarde analizado en el laboratorio. El muestreo activo utiliza métodos físicos o químicos para colectar el aire contaminado y luego analizarlo para un pronóstico de la situación del lugar de la muestra. (OEFA, 2011)

2.2.3.3. Métodos automáticos

Este método se utiliza para determinar gases como partículas a tiempo real. El análisis del contaminante se realiza con una alta resolución de mediciones en términos de exactitud y precisión, permitiendo que los resultados son comparables con el estándar de calidad del aire. (Ministerio del ambiente, 2009)

2.3. Definición de términos

- **Atmósfera:** capa en estado gaseoso que rodea la tierra con tiene la capacidad de proteger la capa terrestre de los rayos ultravioleta generados por el Sol. (FAO, 2003)
- **Caracterización de Emisiones:** captación de las muestras de fuente de emisión para determinar las cantidades y concentraciones de contaminantes liberados a la atmósfera. (Ministerio del Ambiente, 2005)

- **Cantera:** Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras. (Quiroz Mendoza, 2019)
- **Contaminación Atmosférica:** el deterioro de la calidad del aire. (FAO, 2003)
- **Contaminante del Aire:** contaminante presente en el aire que por sus características sea capaz de modificar los constituyentes naturales de la atmósfera. (Montes de Oca Risco, 2015)
- **Emisión de polvo a la atmósfera:** En el área de estudio uno de los principales contaminantes del aire son las nubes de polvo causadas particularmente por tráficos de camiones por caminos no pavimentados, por la actividad de voladura. (Hernández-Jatib, Ulloa-Carcasés, Almaguer-Carmenate, & Ferrer, 2014)
- **Fuente de Emisión:** toda actividad que por su naturaleza puede generar sustancias que pueden alterar la calidad del aire. (Ramos Estela, 2017)
- **Límite de Calidad del Aire:** Parámetro de concentración máxima presente en el aire. (Calvo Trujillo, 2017)
- **Material Particulado 10 y 2.5 (PM-10 y PM-2.5)** es una materia solida cuyo diámetro es igual o menor que 10 micrones y 2.5 micrones, debido a su tamaño y características puede afectar a la calidad de vida de ecosistemas y poblaciones expuestas. (Hilario Roman, 2017)
- **Período de Medición:** lapso e intervalos de tiempo durante el cual se realiza la captación de la muestra, nos permite elaborar planes para trabajos con distintos métodos de medición para determinar las concentraciones de los contaminantes bajo análisis. (FAO, 2003)

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación: Explicativo

Es un tipo de estudio explicativo, permite explicar e interpretar el fenómeno de la contaminación del aire en la cantera Arunta y a su vez se busca encontrar sus causas.

3.1.2. Diseño de la investigación: Diseño de campo

El diseño de la investigación es un diseño de campo, debido a que la investigación se realiza en un ambiente natural (cantera Arunta), obteniendo las variables para el desarrollo de la investigación.

3.2. Población y/o muestra de estudio

3.2.1. Población

3.2.1.1. Descripción de la población

Las muestras se obtendrán con placa receptoras en la cantera Arunta de la siguiente manera:

Tabla 4. *Relación de canteras a monitorear – Distrito Cnel. Gregorio Albarracín Lanchipa*

Cantera a monitorear	Procedencia	Lugar	Área de cantera
1	Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa	Cantera Arunta	1,685,754 m ²

(Elaboración propia)

La cantera a monitorear para este trabajo de investigación se encuentra ubicada en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.

3.2.1.2. Nivel de la población

La cuantificación de la población será la siguiente:

- Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras en la cantera Arunta.

- Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras alrededor de la cantera Arunta.

Teniendo 2 elementos en total.

3.2.2. Muestras

3.2.2.1. Descripción de la muestra

Las muestras se obtendrán del monitoreo con placas receptoras como se muestra en la tabla:

Tabla 5. Descripción para el desarrollo de la investigación

Monitoreo	Procedencia	Lugar
Contaminantes de sólidos sedimentables (CSS)	Distrito Coronel Gregorio	Cantera Arunta
	Albarracín	Alrededores de
	Lanchipa	Cantera Arunta

(Elaboración propia)

El monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables se realizará en la cantera Arunta y alrededores en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia de Tacna, departamento de Tacna.

3.2.2.2. Nivel de la muestra

La cuantificación se considerará de la siguiente manera:

- Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras en la cantera Arunta.
 - 35 placas receptoras de contaminantes sólidos sedimentables.
- Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras alrededor de la cantera Arunta.
 - 14 placas receptoras de contaminantes sólidos sedimentables.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 6. Operacionalización de variables

Variables	Definición	Dimensión	Indicador	Técnicas	Instrumentación	
					Instrumentos de recolección de datos	Instrumento de medida
1. VARIABLE DEPENDIENTE Contaminantes de sólidos sedimentables (CSS).	Los contaminantes de sólidos sedimentables o polvo atmosférico, se encuentran constituidos por material inerte.	Concentración de contaminantes de sólidos sedimentables en placas receptoras.	Tn/Km ² /mes	Análisis de resultados.	Certificados de resultados del monitoreo.	Placas receptoras.
2. VARIABLE INDEPENDIENTE Cantera Arunta.	Lugar de extracción de agregados minerales para la construcción, ubicado en el distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.	Contaminación por contaminantes de sólidos sedimentables.	Monitoreo de contaminantes de sólidos sedimentables (CSS).	Observación y análisis de resultados	-	Análisis de resultados del monitoreo de contaminantes de sólidos sedimentables con placas receptoras.

(Elaboración propia)

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1. Técnicas para la recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos se realizarán de la siguiente manera:

Tabla 7. *Técnicas e instrumentos para la recolección de datos*

Técnica	Justificación	Instrumento	Procedimiento
Observación	Permite identificar los resultados obtenidos del monitoreo de contaminantes de sólidos sedimentables (CSS).	Certificados de los resultados del monitoreo.	Resultados de campo.
Análisis de documentos	Para obtener información sobre los límites máximos permisibles.	Decretos supremos Normas Reglamentos	-

(Elaboración propia)

3.4.2. Instrumentos para la recolección de datos

- Certificados de resultados del monitoreo.
- Decretos supremos, normas y reglamentos

3.4.3. Procedimiento para la recolección de datos

El procedimiento para la recolección de datos se realizó de la siguiente forma:

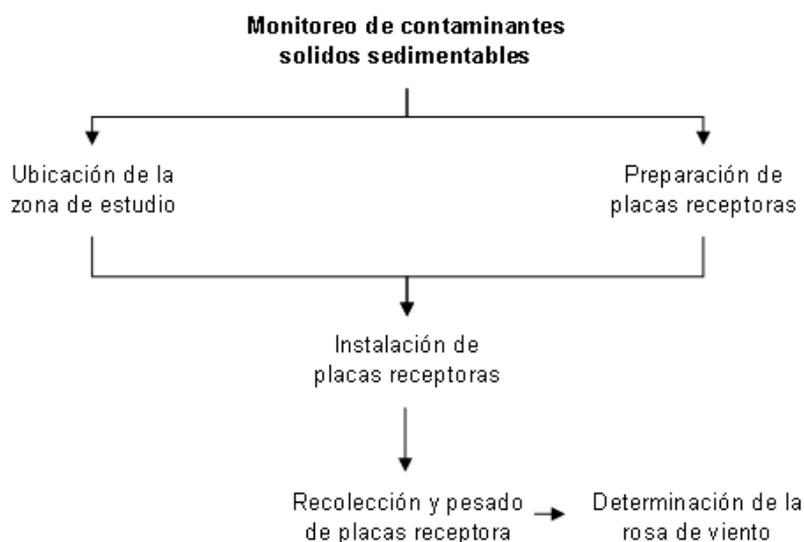


Figura 4. Procedimiento para la recolección de datos. (Elaboración propia)

3.4.3.1. Ubicación de la zona de estudio

La cantera Arunta es una cantera de explotación minera no metálica, la cual comprende la extracción de minerales para uso específico en la construcción. La cantera Arunta se encuentra ubicada en el distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia de Tacna, región de Tacna.

La cantera Arunta se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas:

Coordenadas Este: 369697.48 m E

Coordenadas Norte: 8004214.85 m S

En la figura 5 se ubica la zona de estudio y puntos de muestreo en la cantera Arunta y alrededores, en donde se identificó las zonas vulnerables y expuestas a la contaminación por contaminantes sólidos sedimentables.



Figura 5. Ubicación de la cantera Arunta. (Google Earth)

3.4.3.2. Preparación de placas receptoras

Se utilizaron placas de vidrio de 10 x 10 cm, donde se identificaron con un punto de monitoreo codificado (CL, CV, CA, CF, CH, CR, CO, MA y MD). Posteriormente se le aplicó un adherente (Vaselina) para capturar a los CSS y se pesó la placa en una balanza analítica calibrada. El peso inicial de la placa se registró en la libreta de campo.

3.4.3.3. Instalación de placas receptoras

Las placas receptoras de instalaron en los siguientes puntos:

Tabla 8. *Puntos de muestreo al suroeste de la cantera Arunta*

Item	Identificación de puntos de muestreo	Codificación	Coordenadas	
			Norte (m)	Este (m)
1	Muestreo suroeste de Cantera	MA-1	8004066.41	368527.61
2		MA-2	8004300.31	368606.82
3		MA-3	8004426.55	368921.73
4		MA-4	8004714.18	368808.99
5		MA-5	8003950.04	369004.61
6		MA-6	8003729.04	369266.28
7		MA-7	8003548.21	369672.08

(Elaboración propia)

Tabla 9. *Puntos de muestreo al noreste de la cantera Arunta*

Item	Identificación de puntos de muestreo	Codificación	Coordenadas	
			Norte (m)	Este (m)
1	Muestreo noreste de Cantera	MD-1	8004873.94	370149.83
2		MD-2	8004686.59	370130.09
3		MD-3	8004487.71	370258.25
4		MD-4	8004226.52	370415.58
5		MD-5	8003777.42	370491.11
6		MD-6	8004727.22	370525.17
7		MD-7	8004283.73	370685.48

(Elaboración propia)

Los puntos de muestreo en la cantera Arunta son los siguientes:

Tabla 10. *Puntos de muestreo en la cantera Arunta*

Item	Identificación de puntos de muestreo	Codificación	Coordenadas	
			Norte (m)	Este (m)
1	Cantera Velasquez	CV-1	8004754.55	369852.14
2		CV-2	8004760.30	369933.15
3		CV-3	8004696.21	369984.33
4	Cantera Orestez	CO-1	8004615.12	369503.17
5		CO-2	8004758.53	369321.33
6		CO-3	8004765.36	369179.36
7	Cantera Arunta I	CA-I-1	8004324.27	369629.91
8		CA-I-2	8004412.55	369513.12
9		CA-I-3	8004220.24	369559.01

(Elaboración propia)

Tabla 11. Puntos de muestreo en la cantera Arunta

Item	Identificación de puntos de muestreo	Codificación	Coordenadas	
			Norte (m)	Este (m)
10		CA-II-1	8004450.60	369790.46
11	Cantera Arunta II	CA-II-2	8004350.43	369698.17
12		CA-II-3	8004390.56	369877.57
13		CA-III-1	8003911.99	369484.67
14	Cantera Arunta III	CA-III-2	8003941.56	369589.06
15		CA-III-3	8003877.16	369739.02
16		CA-IV-1	8004155.58	369771.36
17	Cantera Arunta IV	CA-IV-2	8004174.19	369895.77
18		CA-IV-3	8004094.65	369962.98
19		CC-I-1	8004304.12	370208.42
20	Cantera Chagua I	CC-I-2	8004184.48	370166.14
21		CC-I-3	8004189.12	370298.23
22		CC-II-1	8004423.64	370086.01
23	Cantera Chagua II	CC-II-2	8004412.54	370009.55
24		CC-II-3	8004362.82	370162.14
25		CF-1	8003747.24	370351.78
26	Cantera Fecsur	CF-2	8003861.92	370073.73
27		CF-3	8003895.05	370237.34
28		CR-1	8003853.81	369834.52
29	Cantera Río Seco	CR-2	8003823.82	369896.65
30		CR-3	8003925.16	369845.57
31		CL-1	8004076.24	369564.22
32	Cantera Libres	CL-2	8004552.31	369731.95
33		CL-3	8004759.85	369532.71
34		CL-4	8004856.36	369681.34
35		CL-5	8004787.41	369759.35

(Elaboración propia)

3.4.3.4. Recolección y pesado de placas receptoras

Luego de transcurrido un mes de muestreo, se realizó la recolección y el pesaje de las placas, teniendo en cuenta que no deberíamos alterar la muestra.

3.4.3.5. Determinación de la rosa de viento

Se determinó la rosa de viento mediante los datos obtenidos de la estación Jorge Basadre del Senamhi ubicada en la universidad Jorge Basadre Grohmann.

Tabla 12. Datos de dirección y velocidad de viento

Día	Agosto 2019					
	7 horas		13 horas		19 horas	
	DIR	VEL (m/s)	DIR	VEL (m/s)	DIR	VEL (m/s)
1	C	0	SW	2	C	0
2	C	0	WSW	1	C	0
3	C	0	SW	1	WSW	2
4	C	0	WSW	1	C	0
5	C	0	W	1	SW	2
6	C	0	SW	2	WSW	2
7	C	0	SW	3	WSW	2
8	WSW	1	SW	4	WSW	2
9	SE	1	W	3	SW	3
10	C	0	SW	3	SW	1
11	W	1	SW	4	C	0
12	SSW	1	SW	2	WSW	1
13	C	0	W	4	WSW	1
14	C	0	WSW	2	WSW	2
15	C	0	SSW	4	SSW	1
16	C	0	SSE	2	W	1
17	C	0	SSW	1	SW	2
18	C	0	S	2	WSW	3
19	W	2	S	1	SW	3
20	C	0	SSE	2	W	2
21	SW	1	W	3	SW	2
22	C	0	SW	2	SSW	2
23	SE	1	SW	3	WSW	1
24	C	0	SW	3	WSW	2
25	C	0	SW	4	C	0
26	C	0	WSW	4	C	0
27	C	0	SW	4	W	2
28	C	0	S/D	S/D	C	0
29	C	0	WSW	2	W	3
30	E	2	W	5	WSW	2
31	WSW	2	WSW	3	WSW	1

LEYENDA :**Dirección del Viento**

SW = Sur Oeste

E = Este

W = Oeste

N = Norte

SSW = Sur Sur Oeste

C = Calma

S = Sur

SE = Sur Este

WSW = Oeste Sur Oeste

Fuente: (Senamhi)

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se consideró de la siguiente manera:

Tabla 13. Muestreo de placas receptoras en la cantera Arunta

Item	Codificación	W. placa		W. Sólidos Sedimentables		Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS)		
		Inicial (g)	Final (g)	(g)	(Tn)	Tn/Km ² /mes	Tn/Km ² /semana	Tn/Km ² /día
1	CV-1	71.58	72.13	0.55	5.50E-07	55.00	12.83	1.83
2	CV-2	70.95	71.52	0.57	5.70E-07	57.00	13.30	1.90
3	CV-3	71.10	71.55	0.45	4.50E-07	45.00	10.50	1.50
4	CO-1	70.96	71.50	0.54	5.40E-07	54.00	12.60	1.80
5	CO-2	70.50	71.11	0.61	6.10E-07	61.00	14.23	2.03
6	CO-3	70.34	70.91	0.57	5.70E-07	57.00	13.30	1.90
7	CA-I-1	71.59	72.19	0.60	6.00E-07	60.00	14.00	2.00
8	CA-I-2	71.15	71.77	0.62	6.20E-07	62.00	14.47	2.07
9	CA-I-3	71.15	71.63	0.48	4.80E-07	48.00	11.20	1.60
10	CA-II-1	71.16	71.87	0.71	7.10E-07	71.00	16.57	2.37
11	CA-II-2	71.67	72.43	0.76	7.60E-07	76.00	17.73	2.53
12	CA-II-3	70.64	71.26	0.62	6.20E-07	62.00	14.47	2.07
13	CA-III-1	71.94	72.50	0.56	5.60E-07	56.00	13.07	1.87
14	CA-III-2	70.69	71.29	0.60	6.00E-07	60.00	14.00	2.00
15	CA-III-3	71.30	71.84	0.54	5.40E-07	54.00	12.60	1.80
16	CA-IV-1	71.01	71.73	0.72	7.20E-07	72.00	16.80	2.40
17	CA-IV-2	70.99	71.70	0.71	7.10E-07	71.00	16.57	2.37
18	CA-IV-3	71.00	71.69	0.69	6.90E-07	69.00	16.10	2.30
19	CC-I-1	71.24	71.69	0.45	4.50E-07	45.00	10.50	1.50
20	CC-I-2	71.12	71.57	0.45	4.50E-07	45.00	10.50	1.50
21	CC-I-3	71.38	71.81	0.43	4.30E-07	43.00	10.03	1.43
22	CC-II-1	71.84	72.25	0.41	4.10E-07	41.00	9.57	1.37
23	CC-II-2	71.57	72.00	0.43	4.30E-07	43.00	10.03	1.43
24	CC-II-3	70.41	70.75	0.34	3.40E-07	34.00	7.93	1.13
25	CF-1	70.78	71.28	0.50	5.00E-07	50.00	11.67	1.67
26	CF-2	71.09	71.47	0.38	3.80E-07	38.00	8.87	1.27
27	CF-3	70.73	71.24	0.51	5.10E-07	51.00	11.90	1.70
28	CR-1	71.34	71.79	0.45	4.50E-07	45.00	10.50	1.50
29	CR-2	70.99	71.35	0.36	3.60E-07	36.00	8.40	1.20
30	CR-3	70.75	71.22	0.47	4.70E-07	47.00	10.97	1.57
31	CL-1	71.32	71.86	0.54	5.40E-07	54.00	12.60	1.80
32	CL-2	70.95	71.36	0.41	4.10E-07	41.00	9.57	1.37
33	CL-3	71.25	71.94	0.69	6.90E-07	69.00	16.10	2.30
34	CL-4	71.30	71.72	0.42	4.20E-07	42.00	9.80	1.40
35	CL-5	71.22	71.76	0.54	5.40E-07	54.00	12.60	1.80

CV: Cantera Velasquez

CO: Cantera Orestez

CA-I: Cantera Arunta I

CA-II: Cantera Arunta II

CA-III: Cantera Arunta III

CA-IV: Cantera Arunta IV

CC-I: Cantera Chagua I

CC-II: Cantera Chagua II

CF: Cantera Fecsur

CR: Cantera Río Seco

CL: Canteras libres

MA: Muestras obtenidas al suroeste de la cantera

MD: Muestras obtenidas al noreste de la cantera

(Elaboración propia)

Tabla 14. Muestreo de placas receptoras alrededor de la cantera Arunta

Item	Codificación	W. placa		W. Sólidos Sedimentables		Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS)		
		Inicial (g)	Final (g)	(g)	(Tn)	Tn/Km ² /mes	Tn/Km ² /semana	Tn/Km ² /día
1	MA-1	71.17	71.44	0.27	2.70E-07	27.00	6.30	0.90
2	MA-2	70.63	70.95	0.32	3.20E-07	32.00	7.47	1.07
3	MA-3	71.07	71.43	0.36	3.60E-07	36.00	8.40	1.20
4	MA-4	71.24	71.56	0.32	3.20E-07	32.00	7.47	1.07
5	MA-5	71.05	71.28	0.23	2.30E-07	23.00	5.37	0.77
6	MA-6	70.59	70.83	0.24	2.40E-07	24.00	5.60	0.80
7	MA-7	70.61	70.85	0.24	2.40E-07	24.00	5.60	0.80
8	MD-1	70.87	71.92	1.05	1.05E-06	105.00	24.50	3.50
9	MD-2	71.06	73.02	1.96	1.96E-06	196.00	45.73	6.53
10	MD-3	70.34	72.13	1.79	1.79E-06	179.00	41.77	5.97
11	MD-4	71.30	73.14	1.84	1.84E-06	184.00	42.93	6.13
12	MD-5	70.19	70.93	0.74	7.40E-07	74.00	17.27	2.47
13	MD-6	70.73	71.87	1.14	1.14E-06	114.00	26.60	3.80
14	MD-7	70.97	72.08	1.11	1.11E-06	111.00	25.90	3.70

Observación

CV: Cantera Velasquez

CO: Cantera Orestez

CA-I: Cantera Arunta I

CA-II: Cantera Arunta II

CA-III: Cantera Arunta III

CA-IV: Cantera Arunta IV

(Elaboración propia)

CC-I: Cantera Chagua I

CC-II: Cantera Chagua II

CF: Cantera Fecsur

CR: Cantera Río Seco

CL: Canteras libres

MA: Muestras obtenidas al suroeste de la cantera

MD: Muestras obtenidas al noreste de la cantera

CAPITULO IV: RESULTADOS

De las muestras obtenidas del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables en la cantera Arunta y alrededores se permite definir lo siguiente:

4.1. Rosa de viento

En la figura 6 se muestra la rosa de viento, donde proviene el viento del oeste (W), Oeste sur Oeste (WSW), sur oeste (SW) y sur sur oeste (SSW), así mismo la dirección de donde proviene el viento influyen en los resultados de los contaminantes sólidos sedimentables.

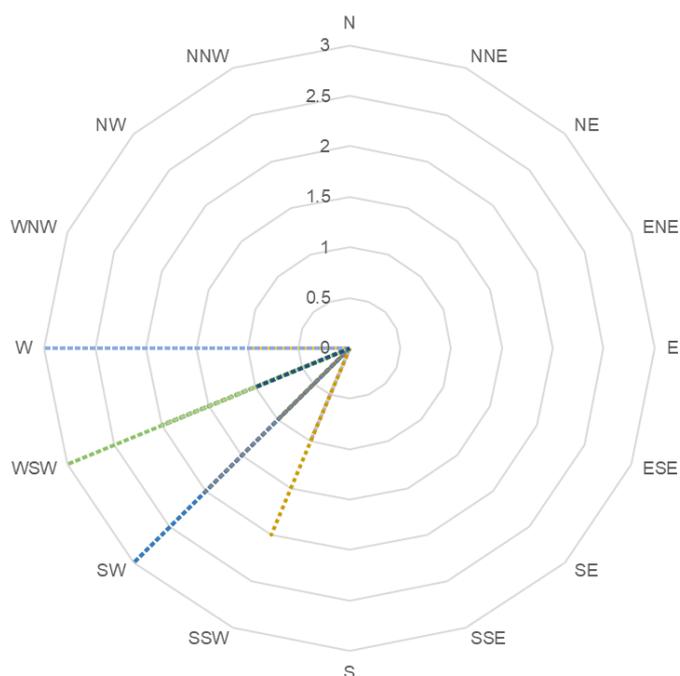


Figura 6. Rosa de viento. (Elaboración propia)

4.2. Resultados del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables

4.1.1. Monitoreo en cantera Arunta

En la figura 7 se muestra los resultados mensuales del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables de la cantera Arunta, donde los resultados varían desde 34 a 76 Tn/km²/mes en las 35 muestras, las cuales son superiores al valor de 5 Tn/km²/mes de la OMS.

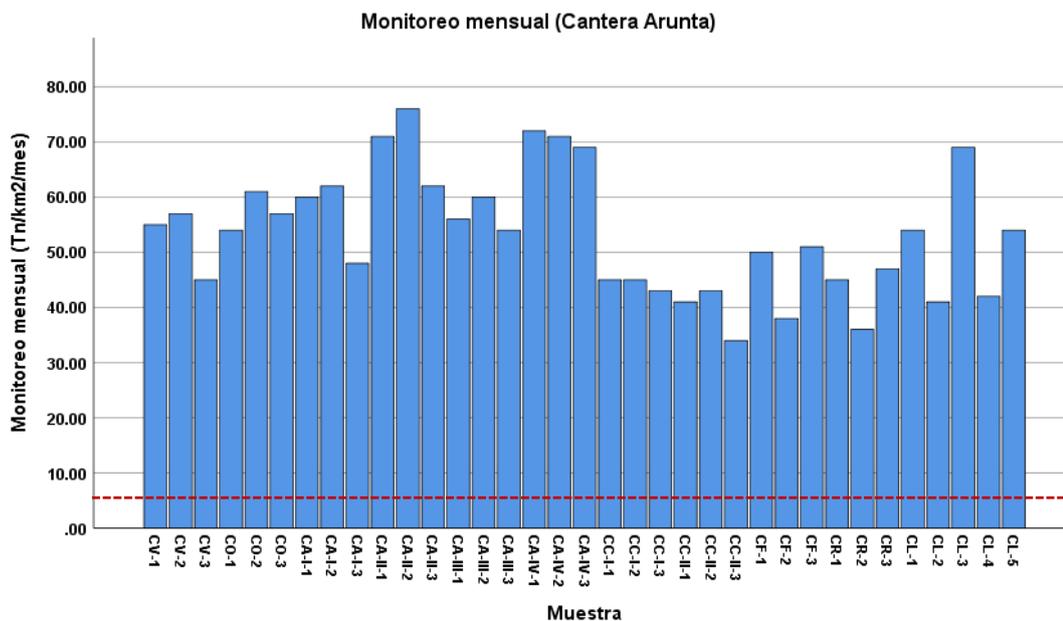


Figura 7. Resultado mensual del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables en la cantera Arunta. (Elaboración propia)

4.1.2. Monitoreo alrededor (Suroeste) de cantera Arunta

En la figura 8 se muestran los resultados mensuales del monitoreo alrededor (Suroeste) de la cantera Arunta de contaminantes sólidos sedimentables, donde los resultados varían desde 23 a 36 Tn/km²/mes en las 07 muestras, las cuales son superiores al valor de 5 Tn/km²/mes de la OMS.

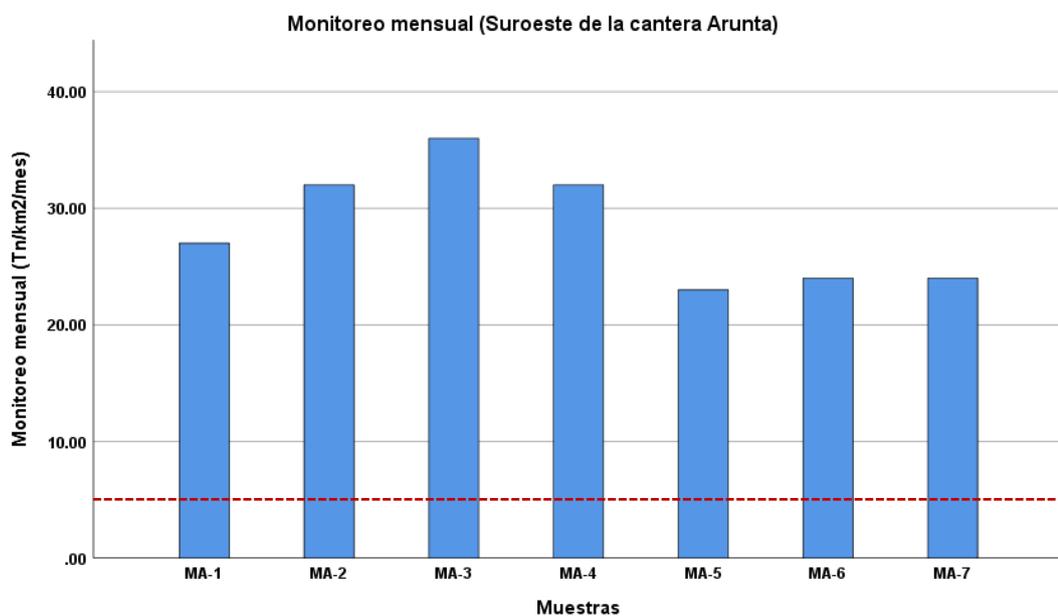


Figura 8. Resultados mensuales del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables al suroeste de la cantera Arunta. (Elaboración propia)

4.1.3. Monitoreo alrededor (Noreste) de cantera Arunta

En la figura 9 se muestran los resultados mensuales del monitoreo alrededor (Noreste) de la cantera Arunta de contaminantes sólidos sedimentables, donde los resultados varían desde 23 a 196 Tn/km²/mes en las 07 muestras, las cuales son superiores al valor de 5 Tn/km²/mes de la OMS.

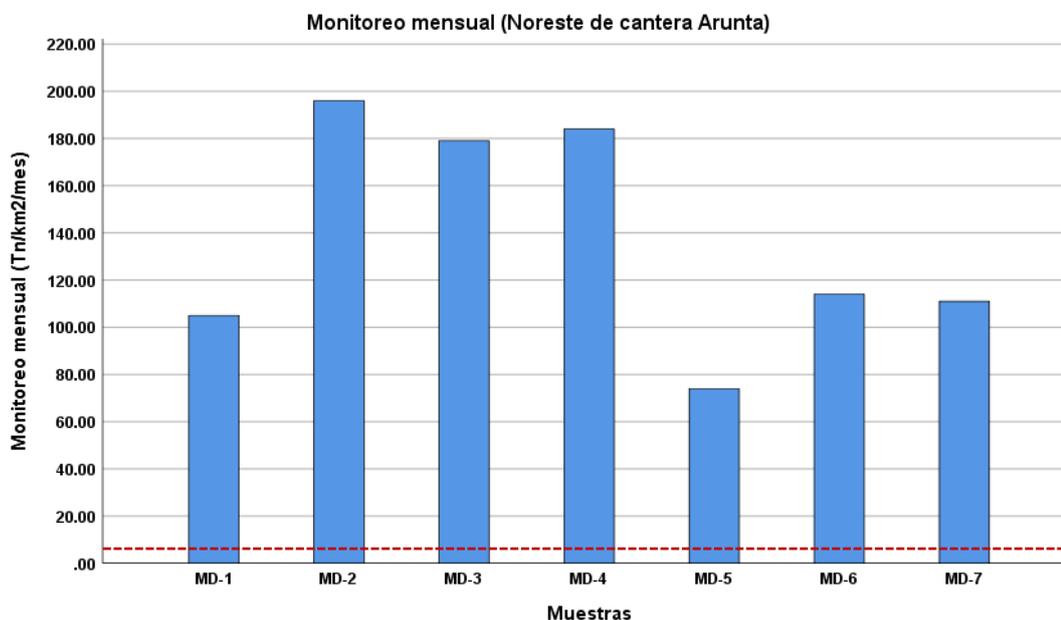


Figura 9. Resultados mensuales del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables al noreste de la cantera Arunta. (Elaboración propia)

4.1.4. Monitoreo alrededor (Suroeste y noreste) de cantera Arunta

En la figura 10 se muestran los resultados mensuales del monitoreo alrededor (suroeste y noreste) de la cantera Arunta de contaminantes sólidos sedimentables, donde los resultados del monitoreo suroeste de la cantera Arunta son inferior a los resultados noreste de la cantera, así mismo estos resultados superan al valor de 5 Tn/km²/mes de la OMS.

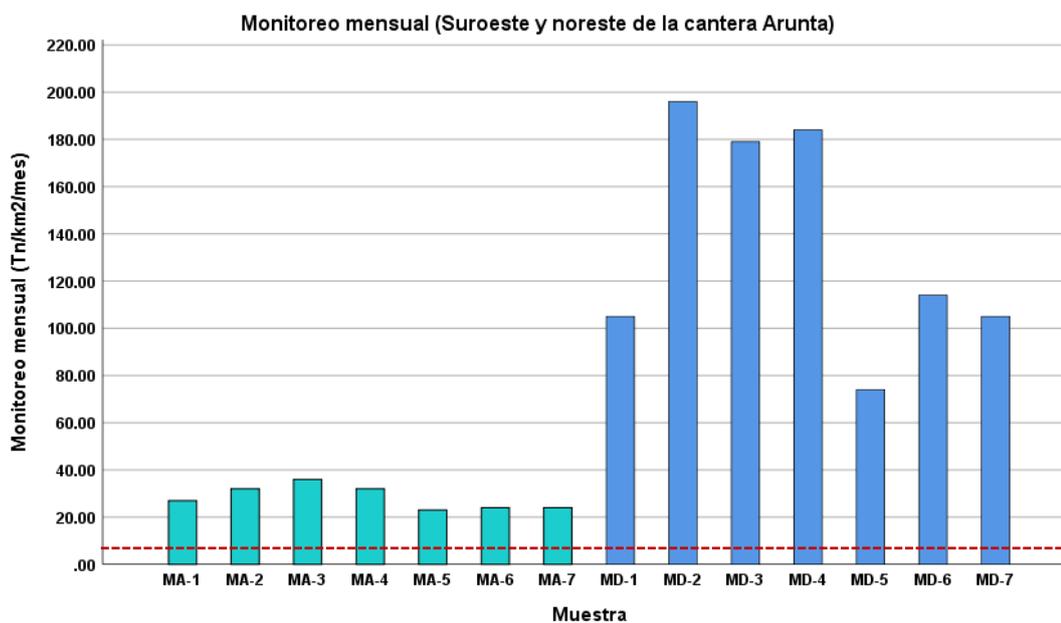


Figura 10. Resultados mensuales del monitoreo al suroeste y noreste de la cantera Arunta. (Elaboración propia)

4.3. Análisis estadístico de los resultados del monitoreo

4.3.1. Promedio de resultado del monitoreo en cantera Arunta

En la figura 11 se muestra el promedio de los resultados del monitoreo de contaminantes de sólidos sedimentables y el límite máximo permisible de acuerdo a la OMS.

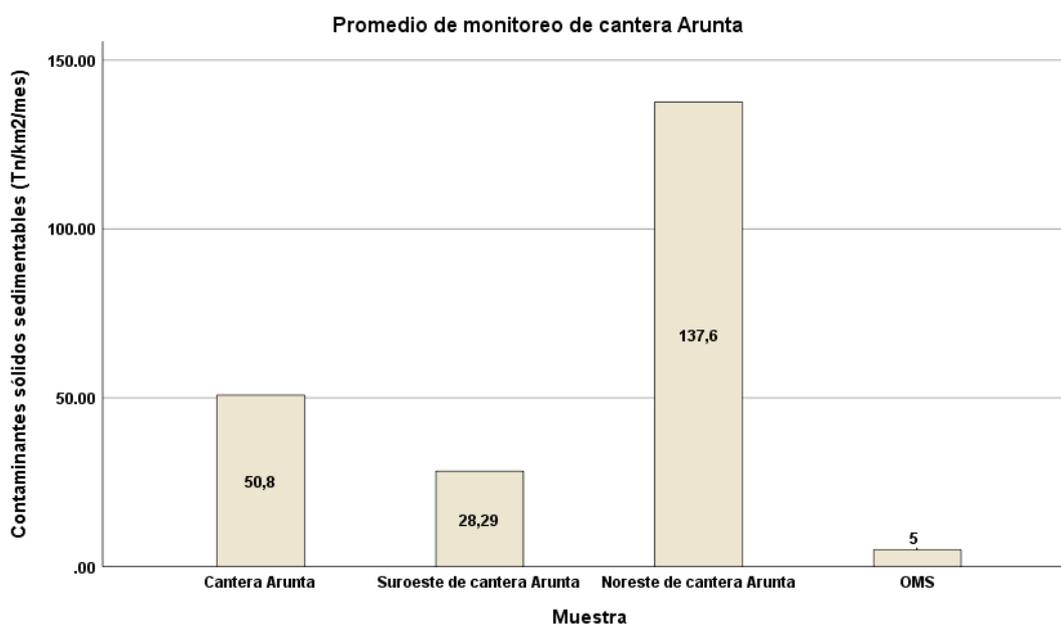


Figura 11. Promedio de resultados del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables. (Elaboración propia)

4.3.2. Pruebas estadísticas

Para el análisis de los resultados del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables se planteó lo siguiente:

H_0 = Hipótesis nula

El monitoreo de los contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras, no se logrará determinar la contaminación que se genera por la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta.

H_1 = Hipótesis alterna

El monitoreo de los contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras, se logrará determinar la contaminación que se genera por la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta.

Significancia: 0.05

4.3.2.1. Cantera Arunta

En la tabla 15 se muestran los valores de la prueba de t-student y en la tabla 16 se muestra el resultado de la prueba t - student del monitoreo mensual de contaminantes sólidos sedimentables en la cantera Arunta, siendo el valor de p (0.000) que es menor al nivel de significancia, por lo que rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1), por lo que determinamos que la extracción de agregados minerales para la construcción si generan contaminación.

Tabla 15. Valores estadísticos para la muestra T-student de la cantera Arunta

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Monitoreo mensual de la cantera Arunta (Tn/km ² /mes)	35	53.3714	11.15687	1.88585

(Elaboración propia)

Tabla 16. Prueba de hipótesis para las muestras de la cantera Arunta

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Monitoreo mensual de la Cantera Arunta (Tn/km2/mes)	25.650	34	0.000	48.37143	44.5389	52.2039

(Elaboración propia)

4.3.2.2. Alrededor (Suroeste y noreste) de cantera Arunta

En la tabla 17 se muestran los valores de la prueba de t-student del monitoreo alrededor de la cantera Arunta de contaminantes sólidos sedimentables.

Tabla 17. Valores estadísticos para la muestra de T-student

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Monitoreo mensual suroeste de la cantera Arunta (Tn/km2/mes)	7	28.2857	5.05682	1.91130
Monitoreo mensual noreste de la cantera Arunta (Tn/km2/mes)	7	137.5714	47.69646	18.02757

(Elaboración propia)

En la tabla 18 se muestran los valores de t del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables suroeste y noreste de la cantera Arunta que son de 12.183 y 7.354, estos valores se encuentran fuera de los intervalos inferiores y superiores de la distribución t-student, asimismo el p valor es de 0.000 siendo menor al nivel de significancia, por lo cual rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alterna (H_1), por lo concluimos que la extracción de agregados minerales para la construcción si generan contaminación a la población que se encuentra noreste de la cantera Arunta, mientras que la contaminación que se produce en la población suroeste de la cantera Arunta es debido a factores ajenos a la extracción de agregados minerales.

Tabla 18. *Prueba de hipótesis*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Monitoreo mensual suroeste de la cantera Arunta (Tn/km2/mes)	12.183	6	0.000	23.28571	18.60894	27.96249
Monitoreo mensual noreste de la cantera Arunta (Tn/km2/mes)	7.354	6	0.000	132.57143	88.45956	176.68330

(Elaboración propia)

CAPITULO V: DISCUSIÓN

De los resultados del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables en la cantera Arunta se expone lo siguiente:

Los resultados del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables con placas receptoras en la cantera Arunta, se determinó que las 35 muestras superan el valor de 5 Tn/km²/mes establecido por la OMS, siendo sus valores de 34 a 76 Tn/km²/mes.

Las 7 muestras del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables que se realizó a la población que se encuentra suroeste de la cantera Arunta superan el valor de 5 Tn/km²/mes establecidos por la OMS, teniendo valores de 23 a 36 Tn/km²/mes, asimismo se debe tener en cuenta que los resultados obtenidos pueden ser debido a factores ajenos a la extracción de agregados minerales en la cantera Arunta.

El monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables realizado a la población que se encuentra noreste de la cantera Arunta, se determinó que las 7 muestras superan el valor de 5 Tn/km²/mes establecidos por la OMS, siendo sus valores de 23 a 196 Tn/km²/mes, teniendo un nivel alto de contaminación, la cual podría afectar la salud de las personas y animales.

Los resultados más altos del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables se encuentran en los puntos de muestreo noreste de la cantera Arunta, los cuales tienen influencia por parte de la dirección y velocidad del viento que provienen del oeste (W), Oeste sur Oeste (WSW), sur oeste (SW) y sur sur oeste (SSW).

A partir de los resultados obtenidos del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables en la cantera Arunta, suroeste y noreste de la cantera Arunta y mediante la prueba estadística t – student, se realizó el análisis estadístico, donde rechazamos la hipótesis nula (H₀) y aceptamos la hipótesis alterna (H₁) que establece que existe contaminación por la extracción de agregados minerales para la construcción.

CONCLUSIONES

1. Del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables realizado en la cantera Arunta y noreste de la cantera Arunta, se determinó que, si existe contaminación generada por la extracción de agregados minerales para la construcción, asimismo existe contaminación en la población que se encuentra al suroeste de la cantera Arunta, siendo esta contaminación debido a factores ajenos a la extracción de agregados minerales.
2. El promedio de los resultados del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables con placas receptoras en la cantera Arunta y población que se encuentran suroeste y noreste de la cantera son 50.8, 28.29 y 137.60 Tn/km²/mes, son superiores al valor de 5 Tn/km²/mes establecido por la OMS.
3. De los resultados del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables con placas receptoras, se determinó que los puntos más críticos se encuentran en las muestras de la población que se encuentra al noreste de la cantera Arunta con el valor de 196.00 Tn/km²/mes y siendo sus coordenadas norte (8004686.59 m S) y este (370130.09 m E), esto es debido a la extracción de agregados minerales para la construcción y a la influencia de la dirección del viento que proviene de proviene del oeste (W), Oeste sur Oeste (WSW), sur oeste (SW) y sur sur oeste (SSW).
4. Los resultados del monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables con placas receptoras en la cantera Arunta y población que se encuentran suroeste y noreste de la cantera, se determina que ningún valor cumple con el valor de 5tn/km²/mes establecido por la OMS.

RECOMENDACIONES

1. Se debe implementar políticas para mejorar la calidad del aire, como programas de educación y sensibilización ambiental a las personas naturales y empresas encargadas de la extracción de agregados minerales para la construcción de la cantera Arunta.
2. Se debe ser rigurosos al momento de aplicar la norma para evitar que la contaminación del aire siga incrementándose.
3. Se debe implementar instrumentos accesibles para el monitoreo del aire.
4. Se recomienda realizar un estudio de investigación más detallados con la finalidad de obtener resultados más óptimos.
5. Se recomienda que la tesis puede ser mejorada mediante los estudiantes de ingeniería ambiental.
6. Se recomienda realizar el monitoreo con equipos más sofisticados de polvo sedimentable, debido a que estas partículas son dañinas para la salud.
7. Se recomienda a la dirección regional de energía y minas, fiscalizar la cantera Arunta y mantener un control rígido y a la vez sancionar para reducir la cantidad de contaminantes sólidos sedimentables.
8. Se recomienda a la dirección regional de energía y minas, tener prioridad en el tema de contaminación generada por la extracción de agregados minerales para construcción en la cantera Arunta, ya que debido a esta actividad existen valores altos de contaminación por contaminantes sólidos sedimentables, los cuales son dañinos para la salud de las personas y los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arellano Díaz, J., & Guzmán Pantoja, J. (2011). *Ingeniería Ambiental*. México: Alfaomega grupo editor.
- Ayuntamiento de Madrid. (2018). *Tipos de contaminantes*. Obtenido de <http://www.mambiente.munimadrid.es/opencms/opencms/calair/ContAtmosfera/Contaminantes/Tipos.html>: www.mambiente.munimadrid.es
- Calvo Trujillo, H. (2017). *Polvo atmosférico sedimentable y su influencia en la salud de los trabajadores de la obra: Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Pillco Marca - Huánuco, Octubre - Noviembre 2017*. Huánuco - Perú: Universidad de Huánuco.
- Corleto Escobar, A., & Cortez Aquino, D. (2012). *Comparación de los métodos de Bergerhoff y placas receptoras para la cuantificación de polvo atmosférico sedimentable*. El Salvador: Universidad de El Salvador.
- Dirección General de Salud Ambiental. (2005). *Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos*. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/>
- Encinas Malagón, M. D. (2011). *Medio ambiente y contaminación. Principios básicos*. España: Universidad del país Vasco.
- FAO. (2003). *Norma Ambiental de Calidad del Aire NA-AI-001-03*. Obtenido de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/dom60781.pdf>: <http://www.fao.org/home/es/>
- Gaur, R. (2008). *Basic Environmental Engineering*. Nueva Delhi - India: New Age International Publisher.
- Hernández-Jatib, N., Ulloa-Carcasés, M., Almaguer-Carmenate, Y., & Ferrer, Y. (2014). *Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción Inagua en Guantanamo Cuba*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n38/n38a09.pdf>: <http://www.scielo.org.co>
- Hilario Roman, N. (2017). *Emisiones contaminantes de vehiculos del distrito de Huancayo*. Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.

- Inche, J. (2004). *Gestión de la calidad del aire: Causas, efectos y soluciones*. Lima - Perú: Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial-UNMSM.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2005). *Informe técnico de estadísticas ambientales*. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/5755.pdf>: <https://www.inei.gob.pe>
- Mackenzie L., D., & Susan J., M. (2005). *Ingeniería y ciencias ambientales*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Mihelcic, J., & Zimmerman, J. (2014). *Environmental Engineering - Fundamentals, Sustainability, Design*. United States of America: Wiley.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2017). *Guía para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas*. Colombia: Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.
- Ministerio del Ambiente. (2005). *Ley General del Ambiente - Ley N° 28611*. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>: <http://www.minam.gob.pe>
- Ministerio del ambiente. (2009). *Armonización de redes de monitoreo de calidad de aire*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/38940>. : www.sinia.minam.gob.pe
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Educca*. Obtenido de <http://siar.regionjunin.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/430.pdf>: <http://www.regionjunin.gob.pe>
- Ministerio del ambiente. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias*. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/normativa/>: www.minam.gob.pe
- Ministerio del medio ambiente. (2016). *Guía de calidad del aire y educación ambiental*. Chile: Ministerio del medio ambiente.
- Montes de Oca Risco, A. (2015). Estudio del impacto ambiental y medidas de rehabilitación en la cantera "Los Guaos". *Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa*.

OEFA. (2011). *Equipos de medición de la calidad del aire*. Obtenido de <http://sial.segat.gob.pe/download/file/fid/54411>: www.segat.gob.pe

Organización Mundial de la Salud. (2005). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*. Obtenido de www.who.int: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=53144593EB52A24217A16DF4C6D0CE24?sequence=1

Organización mundial de la salud. (2012). *Health in the Americas*. Obtenido de https://www.paho.org/salud-en-las-americanas-2012/index.php?option=com_content&view=article&id=9:edicion-2012&Itemid=124&lang=en: www.paho.org

Quiroz Mendoza, E. (2019). *Comparación de la concentración del polvo atmosférico sedimentable de vías pavimentadas respecto a las vías no pavimentadas de la ciudad de Uchiza, provincia de Tocache y departamento de San Martín en el periodo de octubre a diciembre del 2018*. Huánuco - Perú: Universidad Huánuco.

Ramos Estela, L. (2017). *Partículas atmosféricas sedimentables en tres áreas de esparcimiento poblacional de las principales vías vehiculares del casco urbano de la ciudad de Tingo María*. Tingo María - Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva.

ANEXOS

ANEXO 1.
MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADOR	METODOLOGIA
<p>1. INTERROGANTE PRINCIPAL</p> <p>¿En qué medida se generan los contaminantes de sólidos sedimentarios en la Cantera Arunta?</p>	<p>1. OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la cantidad de Contaminantes de Sólidos sedimentables en la Cantera Arunta del Distrito de Gregorio Albarracín.</p>	<p>1. HIPOTESIS GENERAL</p> <p>H1: El monitoreo de los contaminantes de sólidos sedimentables mediante placas receptoras, se logrará determinar la contaminación que se genera por la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta.</p> <p>H0: El monitoreo de los contaminantes de sólidos sedimentables mediante placas receptoras, no se logrará determinar la contaminación que se genera por la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta.</p>	<p>1. VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Contaminantes de sólidos sedimentables (CSS).</p>	<p>Tn/Km²/mes</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>Es una investigación del tipo explicativa.</p> <p>Nivel de la Investigación</p> <p>Aprehensivo</p>
<p>2. INTERROGANTE ESPECIFICA</p> <p>¿En qué medida se podría cuantificar los contaminantes de sólidos sedimentables?</p>	<p>2. OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>Cuantificar la cantidad de contaminantes de sólidos sedimentables obtenido en los puntos de muestreo seleccionados, mediante el método de placas receptoras.</p>	<p>2. HIPOTESIS ESPECIFICA</p> <p>H2: El monitoreo de los contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras, cuantificará la cantidad de contaminantes sólidos sedimentables obtenido de los puntos de muestreo.</p>	<p>2. VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Cantera Arunta</p>	<p>Monitoreo de contaminantes de sólidos sedimentables (CSS).</p>	
<p>¿Cuáles serán los puntos más críticos de concentración de contaminante de sólidos sedimentables?</p>	<p>Determinar los puntos más críticos de la concentración de sólidos sedimentable en la Cantera Arunta.</p>	<p>H3: El monitoreo de los contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras, determinará los puntos más críticos de la concentración de contaminantes sólidos sedimentables en la cantera Arunta.</p>			
<p>¿Podrán cumplir los límites de la normativa OMS los puntos de muestreo?</p>	<p>Determinar si los puntos de muestreo se encuentran dentro de los límites que establece la normativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS).</p>	<p>H4: El monitoreo de los contaminantes sólidos sedimentables mediante placas receptoras, determinará los puntos de muestreo que se encuentren dentro de los límites que establece la normativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS).</p>			

ANEXO 1.1
DATOS
HIDROMETEREOLÓGICOS

DATOS HIDROMETEREOLÓGICOS

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN
	MAX	MIN		(mm/día) TOTAL
01/08/2019	18.8	9.6	89.8	0
02/08/2019	20	9.4	89	0
03/08/2019	18.7	9.6	89.9	0
04/08/2019	22	8.4	84.2	0
05/08/2019	21.8	8.8	85.4	0
06/08/2019	17.6	10.8	91.2	T
07/08/2019	17.8	10.6	92.2	T
08/08/2019	16.8	10.4	90.2	0.3
09/08/2019	17.4	10.6	83.5	T
10/08/2019	18.4	10.8	83.1	T
11/08/2019	18.6	11	83.6	0
12/08/2019	22	9.2	82.9	T
13/08/2019	20	9	93.3	0
14/08/2019	22	9.4	90.8	0
15/08/2019	21.4	9	89.3	0
16/08/2019	17.4	8.2	92.1	T
17/08/2019	19.2	10.6	89.6	0
18/08/2019	18.4	10.2	91.7	0
19/08/2019	19.8	9.2	84.8	T
20/08/2019	20.8	11	84.2	T
21/08/2019	21	11.4	84.1	T
22/08/2019	20.4	10.2	85	0
23/08/2019	22.2	11.8	81.6	0
24/08/2019	20.4	10.4	86.4	0
25/08/2019	20.6	10	83.3	0
26/08/2019	22	9.2	87.9	T
27/08/2019	21.2	8.6	91.6	0
28/08/2019	19.8	8.8	S/D	0
29/08/2019	21.4	10.8	88.2	0
30/08/2019	20.2	10.2	90.7	T
31/08/2019	19	11.8	92.4	0

ANEXO 2.
CERTIFICADOS



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

CONTAMINANTES DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES

PROYECTO : Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) de la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta del distrito de Gregorio Albarracín – agosto 2019

UBICACIÓN : Gregorio Albarracín - Tacna - Tacna

MUESTRA : Placas Receptoras - Cantera Arunta

Item	Codificación	W. placa		W. Sólidos Sedimentables		Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS)		
		Inicial (g)	Final (g)	(g)	(Tn)	Tn/Km ² /mes	Tn/Km ² /semana	Tn/Km ² /día
1	CV-1	71.58	72.13	0.55	5.50E-07	55.00	12.83	1.83
2	CV-2	70.95	71.52	0.57	5.70E-07	57.00	13.30	1.90
3	CV-3	71.10	71.55	0.45	4.50E-07	45.00	10.50	1.50
4	CO-1	70.96	71.50	0.54	5.40E-07	54.00	12.60	1.80
5	CO-2	70.50	71.11	0.61	6.10E-07	61.00	14.23	2.03
6	CO-3	70.34	70.91	0.57	5.70E-07	57.00	13.30	1.90
7	CA-I-1	71.59	72.19	0.60	6.00E-07	60.00	14.00	2.00
8	CA-I-2	71.15	71.77	0.62	6.20E-07	62.00	14.47	2.07
9	CA-I-3	71.15	71.63	0.48	4.80E-07	48.00	11.20	1.60
10	CA-II-1	71.16	71.87	0.71	7.10E-07	71.00	16.57	2.37
11	CA-II-2	71.67	72.43	0.76	7.60E-07	76.00	17.73	2.53
12	CA-II-3	70.64	71.26	0.62	6.20E-07	62.00	14.47	2.07
13	CA-III-1	71.94	72.50	0.56	5.60E-07	56.00	13.07	1.87
14	CA-III-2	70.69	71.29	0.60	6.00E-07	60.00	14.00	2.00
15	CA-III-3	71.30	71.84	0.54	5.40E-07	54.00	12.60	1.80
16	CA-IV-1	71.01	71.73	0.72	7.20E-07	72.00	16.80	2.40
17	CA-IV-2	70.99	71.70	0.71	7.10E-07	71.00	16.57	2.37
18	CA-IV-3	71.00	71.69	0.69	6.90E-07	69.00	16.10	2.30
19	CC-I-1	71.24	71.69	0.45	4.50E-07	45.00	10.50	1.50
20	CC-I-2	71.12	71.57	0.45	4.50E-07	45.00	10.50	1.50
21	CC-I-3	71.38	71.81	0.43	4.30E-07	43.00	10.03	1.43
22	CC-II-1	71.84	72.25	0.41	4.10E-07	41.00	9.57	1.37
23	CC-II-2	71.57	72.00	0.43	4.30E-07	43.00	10.03	1.43
24	CC-II-3	70.41	70.75	0.34	3.40E-07	34.00	7.93	1.13
25	CF-1	70.78	71.28	0.50	5.00E-07	50.00	11.67	1.67
26	CF-2	71.09	71.47	0.38	3.80E-07	38.00	8.87	1.27
27	CF-3	70.73	71.24	0.51	5.10E-07	51.00	11.90	1.70
28	CR-1	71.34	71.79	0.45	4.50E-07	45.00	10.50	1.50
29	CR-2	70.99	71.35	0.36	3.60E-07	36.00	8.40	1.20
30	CR-3	70.75	71.22	0.47	4.70E-07	47.00	10.97	1.57
31	CL-1	71.32	71.86	0.54	5.40E-07	54.00	12.60	1.80
32	CL-2	70.95	71.36	0.41	4.10E-07	41.00	9.57	1.37
33	CL-3	71.25	71.94	0.69	6.90E-07	69.00	16.10	2.30
34	CL-4	71.30	71.72	0.42	4.20E-07	42.00	9.80	1.40
35	CL-5	71.22	71.76	0.54	5.40E-07	54.00	12.60	1.80

CV: Cantera Velasquez

CO: Cantera Orestez

CA-I: Cantera Arunta I

CA-II: Cantera Arunta II

CA-III: Cantera Arunta III

CA-IV: Cantera Arunta IV

CC-I: Cantera Chagua I

CC-II: Cantera Chagua II

CF: Cantera Fecsur

CR: Cantera Río Seco

CL: Canteras libres

MA: Muestras obtenidas al suroeste de la cantera

MD: Muestras obtenidas al noreste de la cantera



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

CONTAMINANTES DE SÓLIDOS SEDIMENTABLES

PROYECTO : Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) de la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta del distrito de Gregorio Albarracín – agosto 2019

UBICACIÓN : Gregorio Albarracín - Tacna - Tacna

MUESTRA : Placas Receptoras - Cantera Arunta

Item	Codificación	W. placa		W. Sólidos Sedimentables		Contaminantes Sólidos Sedimentables (CSS)		
		Inicial (g)	Final (g)	(g)	(Tn)	Tn/Km ² /mes	Tn/Km ² /semana	Tn/Km ² /día
1	MA-1	71.17	71.44	0.27	2.70E-07	27.00	6.30	0.90
2	MA-2	70.63	70.95	0.32	3.20E-07	32.00	7.47	1.07
3	MA-3	71.07	71.43	0.36	3.60E-07	36.00	8.40	1.20
4	MA-4	71.24	71.56	0.32	3.20E-07	32.00	7.47	1.07
5	MA-5	71.05	71.28	0.23	2.30E-07	23.00	5.37	0.77
6	MA-6	70.59	70.83	0.24	2.40E-07	24.00	5.60	0.80
7	MA-7	70.61	70.85	0.24	2.40E-07	24.00	5.60	0.80
8	MD-1	70.87	71.92	1.05	1.05E-06	105.00	24.50	3.50
9	MD-2	71.06	73.02	1.96	1.96E-06	196.00	45.73	6.53
10	MD-3	70.34	72.13	1.79	1.79E-06	179.00	41.77	5.97
11	MD-4	71.30	73.14	1.84	1.84E-06	184.00	42.93	6.13
12	MD-5	70.19	70.93	0.74	7.40E-07	74.00	17.27	2.47
13	MD-6	70.73	71.87	1.14	1.14E-06	114.00	26.60	3.80
14	MD-7	70.97	72.08	1.11	1.11E-06	111.00	25.90	3.70

Observación

CV: Cantera Velasquez

CO: Cantera Orestez

CA-I: Cantera Arunta I

CA-II: Cantera Arunta II

CA-III: Cantera Arunta III

CA-IV: Cantera Arunta IV

CC-I: Cantera Chagua I

CC-II: Cantera Chagua II

CF: Cantera Fecsur

CR: Cantera Río Seco

CL: Canteras libres

MA: Muestras obtenidas al suroeste de la cantera

MD: Muestras obtenidas al noreste de la cantera

ANEXO 3.
FICHA DE CAMPO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

FICHA DE CAMPO

PROYECTO : Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) de la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta del distrito de Gregorio Albarracín – agosto 2019

DATOS GENERALES

Nombre del encargado o tesista: _____

Lugar de monitoreo: _____

Distrito: _____

Provincia: _____

Departamento: _____

DATOS DEL MONITOREO

Código: _____

Ubicación de monitoreo: _____

Método aplicado: _____

DATOS DE LA PLACA RECEPTORA

Codificación de la placa: _____

Fecha de instalación de la placa: _____

Hora: _____

Fecha de retiro de la placa: _____

Hora: _____

Peso Inicial de la placa: _____

Peso Final de la placa: _____

Coordenadas UTM Norte: _____

Este: _____

Codificación de la placa: _____

Fecha de instalación de la placa: _____

Hora: _____

Fecha de retiro de la placa: _____

Hora: _____

Peso Inicial de la placa: _____

Peso Final de la placa: _____

Coordenadas UTM Norte: _____

Este: _____

Codificación de la placa: _____

Fecha de instalación de la placa: _____

Hora: _____

Fecha de retiro de la placa: _____

Hora: _____

Peso Inicial de la placa: _____

Peso Final de la placa: _____

Coordenadas UTM Norte: _____

Este: _____

ANEXO 4.
PANEL DE FOTOS

PANEL FOTOGRÁFICO

1. Cantera Arunta



2. Identificación de puntos de muestreo



3. Identificación de puntos muestreo



4. Identificación de puntos de muestreo en río Seco



5. Exploración de campo (cantera Arunta)



6. Exploración de campo (cantera Arunta)



7. Población cercana a la cantera Arunta



8. Puntos de identificación en población cercana a la cantera Arunta

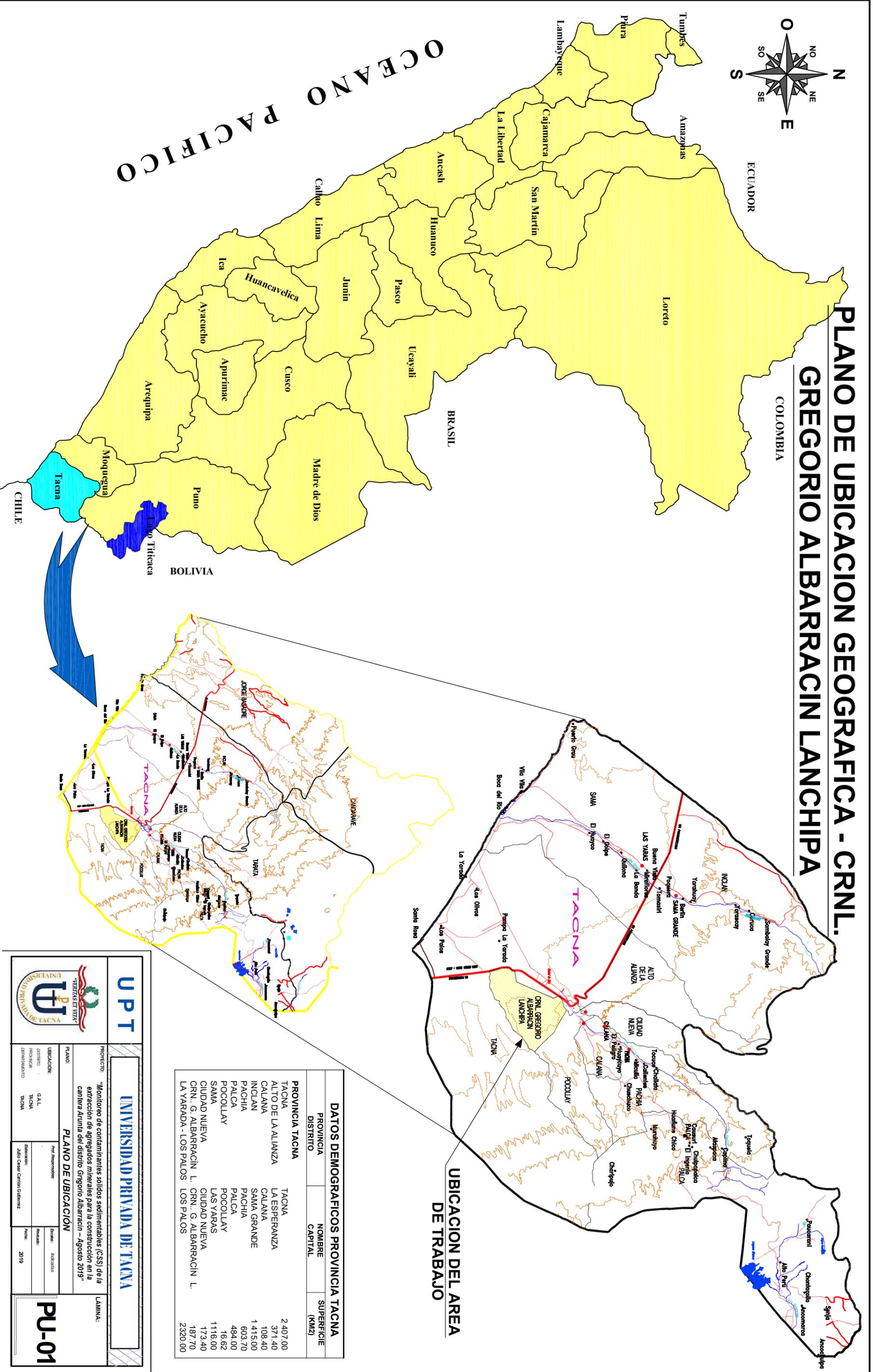
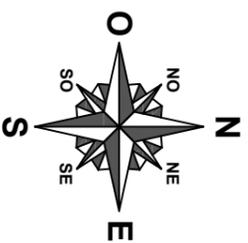


ANEXO 5.

PLANOS

PLANO DE UBICACION GEOGRAFICA - CRNL.

GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA



UBICACION DEL AREA DE TRABAJO

DATOS DEMOGRAFICOS PROVINCIA TACNA		
PROVINCIA	NOMBRE	SUPERFICIE
DISTRITO	CAPITAL	(KM2)
PROVINCIA TACNA	TACNA	2 407,00
TACNA	LA ESPERANZA	371,40
ALTO DE LA ALIANZA	CALANA	108,40
CALANA	SAMA GRANDE	1 415,00
INCLAN	PACHIA	603,70
PACHIA	PALCA	484,00
PALCA	POCOLLAY	16,62
POCOLLAY	SAMA	1116,00
SAMA	CIUDAD NUEVA	173,40
CIUDAD NUEVA	CRN. G. ALBARRACIN L.	187,70
CRN. G. ALBARRACIN L.	CRN. G. ALBARRACIN L.	2320,00
LA YARADA - LOS PALOS	LOS PALOS	

UPT
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

PROYECTO: "Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) de la extracción de agregados mineras para la construcción en la cantera Atunta del distrito Gregorio Albarracín - Agosto 2019"

PLANO: **PLANO DE UBICACION**

UBICACION:	DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:
GALL	TACNA	TACNA	TACNA

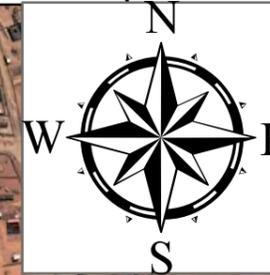
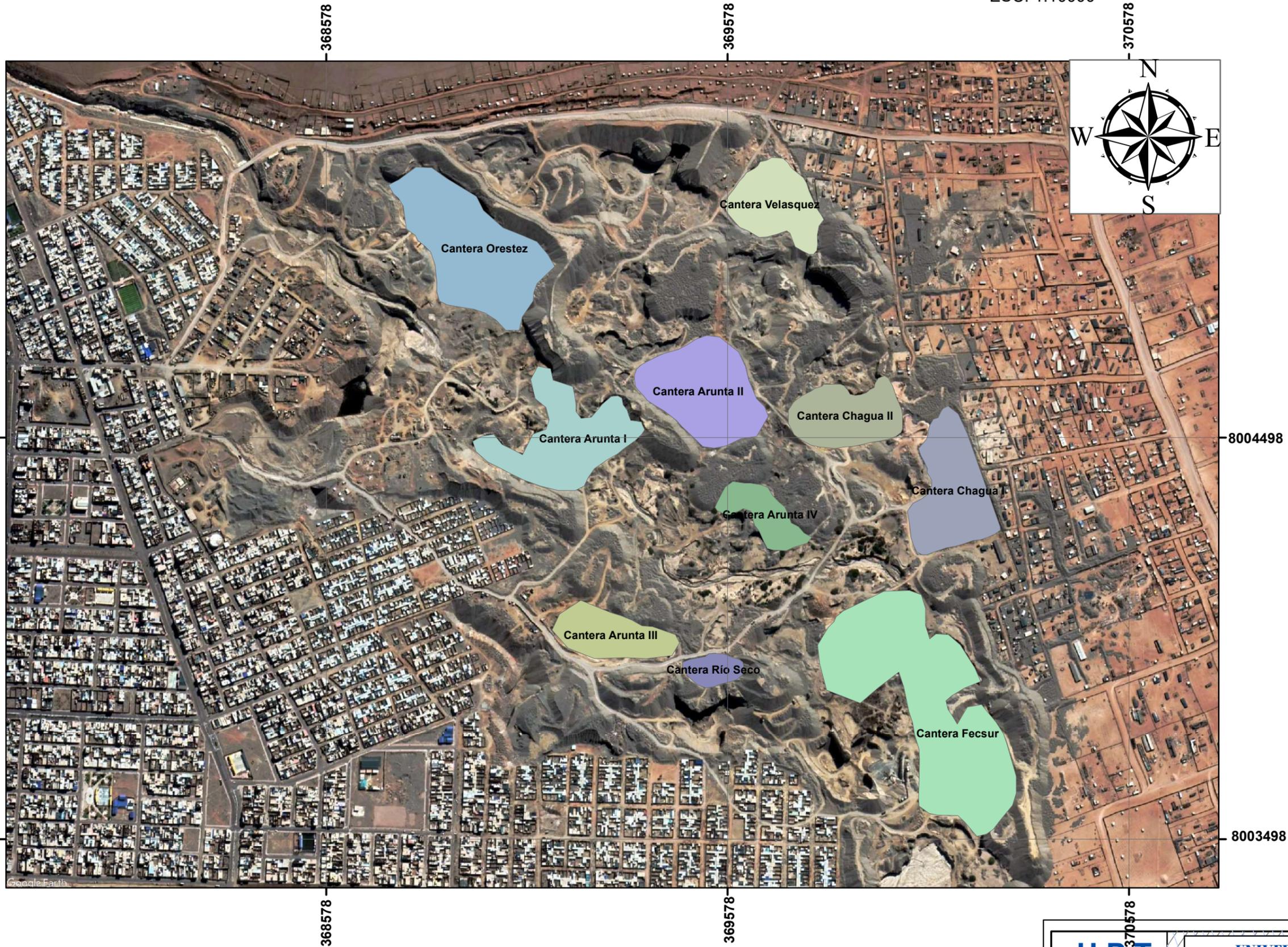


LAMINA: **PU-01**

Elaborador:	Revisado:	Año:
Jairo Cesar Carder Quiñerez		2019

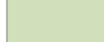
PLANO DE UBICACION DE SUBCANTERAS EN LA CANTERA ARUNTA

ESC: 1:10000



Id	NOMBRE	AREA
1	Cantera Velasquez	35827.48961
2	Cantera Fecsur	139529.25298
3	Cantera Arunta III	28977.712525
4	Cantera Río Seco	9406.83585
5	Cantera Orestez	83203.291407
6	Cantera Arunta I	57490.421885
7	Cantera Arunta IV	19158.024427
8	Cantera Chagua II	37041.194714
9	Cantera Chagua I	50433.078576
10	Cantera Arunta II	58732.126313

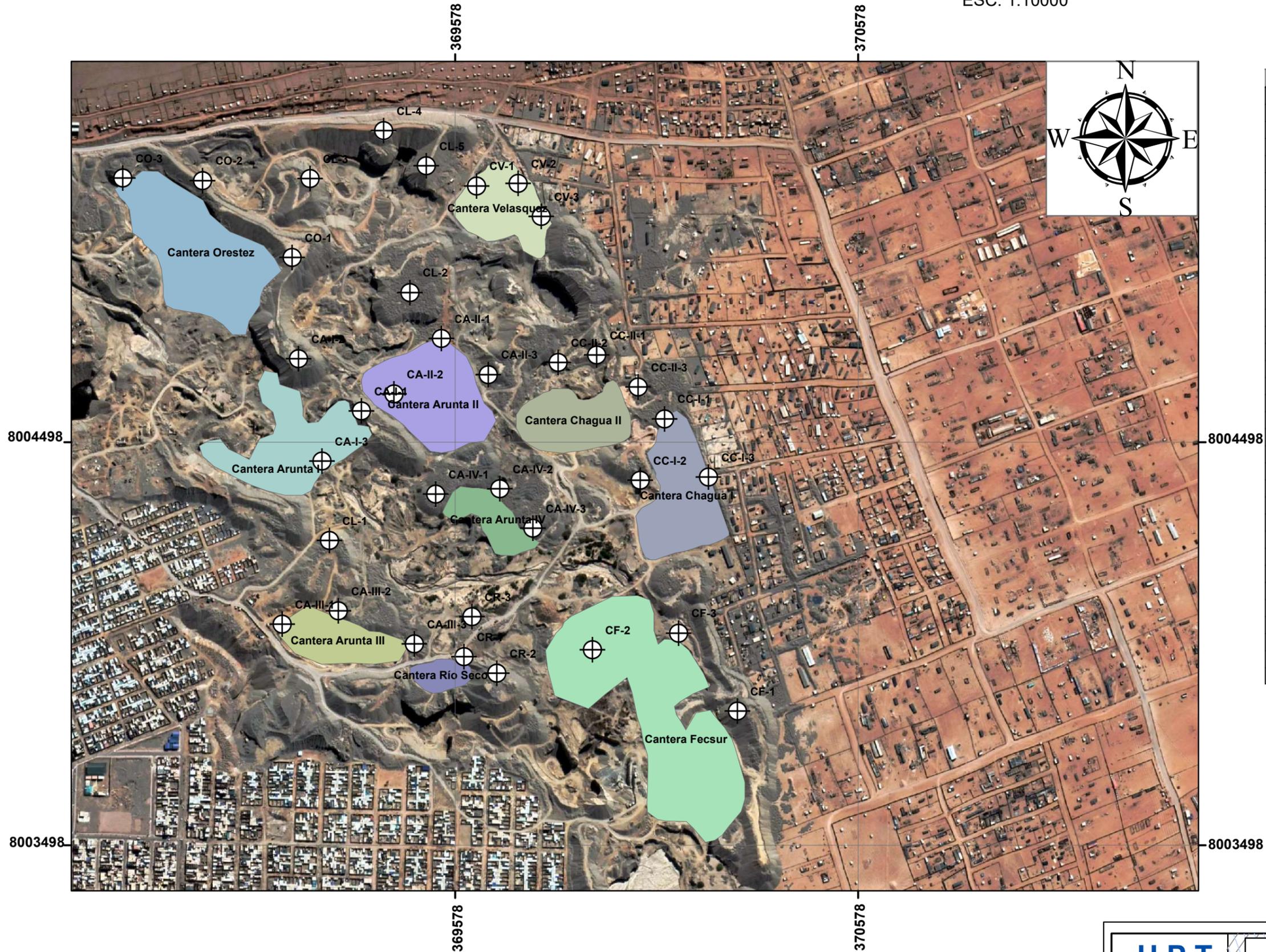
Leyenda

	Cantera Arunta I		Cantera Arunta IV		Cantera Fecsur		Cantera Velasquez
	Cantera Arunta II		Cantera Chagua I		Cantera Orestez		
	Cantera Arunta III		Cantera Chagua II		Cantera Río Seco		

	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		LÁMINA: PU-02
	PROYECTO: "Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) de la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta del distrito Gregorio Albarracín – Agosto 2019"		
PLANO: PLANO DE UBICACIÓN			
UBICACIÓN: DISTRITO: G.A.L. PROVINCIA: TACNA DEPARTAMENTO: TACNA	Prof. Responsables: Julio Cesar Carrión Gutierrez	Escalas: Indicadas Revisado: Fecha: 2019	

PLANO DE UBICACION DE PUNTOS DE MONITOREO EN CANTERA

ESC: 1:10000



Id	Nombre	Coordenadas Norte	Coordenadas Este
1	CV-1	8004754.55 m S	369852.14 m E
2	CV-2	8004760.30 m S	369933.15 m E
3	CV-3	8004696.21 m S	369984.33 m E
4	CO-1	8004615.12 m S	369503.17 m E
5	CO-2	8004758.53 m S	369321.33 m E
6	CO-3	8004765.36 m S	369179.36 m E
7	CA-I-1	8004324.27 m S	369629.91 m E
8	CA-I-2	8004412.55 m S	369513.12 m E
9	CA-I-3	8004220.24 m S	369559.01 m E
10	CA-II-1	8004450.60 m S	369790.46 m E
11	CA-II-2	8004350.43 m S	369698.17 m E
12	CA-II-3	8004390.56 m S	369877.57 m E
13	CA-III-1	8003911.99 m S	369484.67 m E
14	CA-III-2	8003941.56 m S	369589.06 m E
15	CA-III-3	8003877.16 m S	369739.02 m E
16	CA-IV-1	8004155.58 m S	369771.36 m E
17	CA-IV-2	8004174.19 m S	369895.77 m E
18	CA-IV-3	8004094.65 m S	369962.98 m E
19	CC-I-1	8004304.12 m S	370208.42 m E
20	CC-I-2	8004184.48 m S	370166.14 m E
21	CC-I-3	8004189.12 m S	370298.23 m E
22	CC-II-1	8004423.64 m S	370086.01 m E
23	CC-II-2	8004412.54 m S	370009.55 m E
24	CC-II-3	8004362.82 m S	370162.14 m E
25	CF-1	8003747.24 m S	370351.78 m E
26	CF-2	8003861.92 m S	370073.73 m E
27	CF-3	8003895.05 m S	370237.34 m E
28	CR-1	8003853.81 m S	369834.52 m E
29	CR-2	8003823.82 m S	369896.65 m E
30	CR-3	8003925.16 m S	369845.57 m E
31	CL-1	8004076.24 m S	369564.22 m E
32	CL-2	8004552.31 m S	369731.95 m E
33	CL-3	8004759.85 m S	369532.71 m E
34	CL-4	8004856.36 m S	369681.34 m E
35	CL-5	8004787.41 m S	369759.35 m E

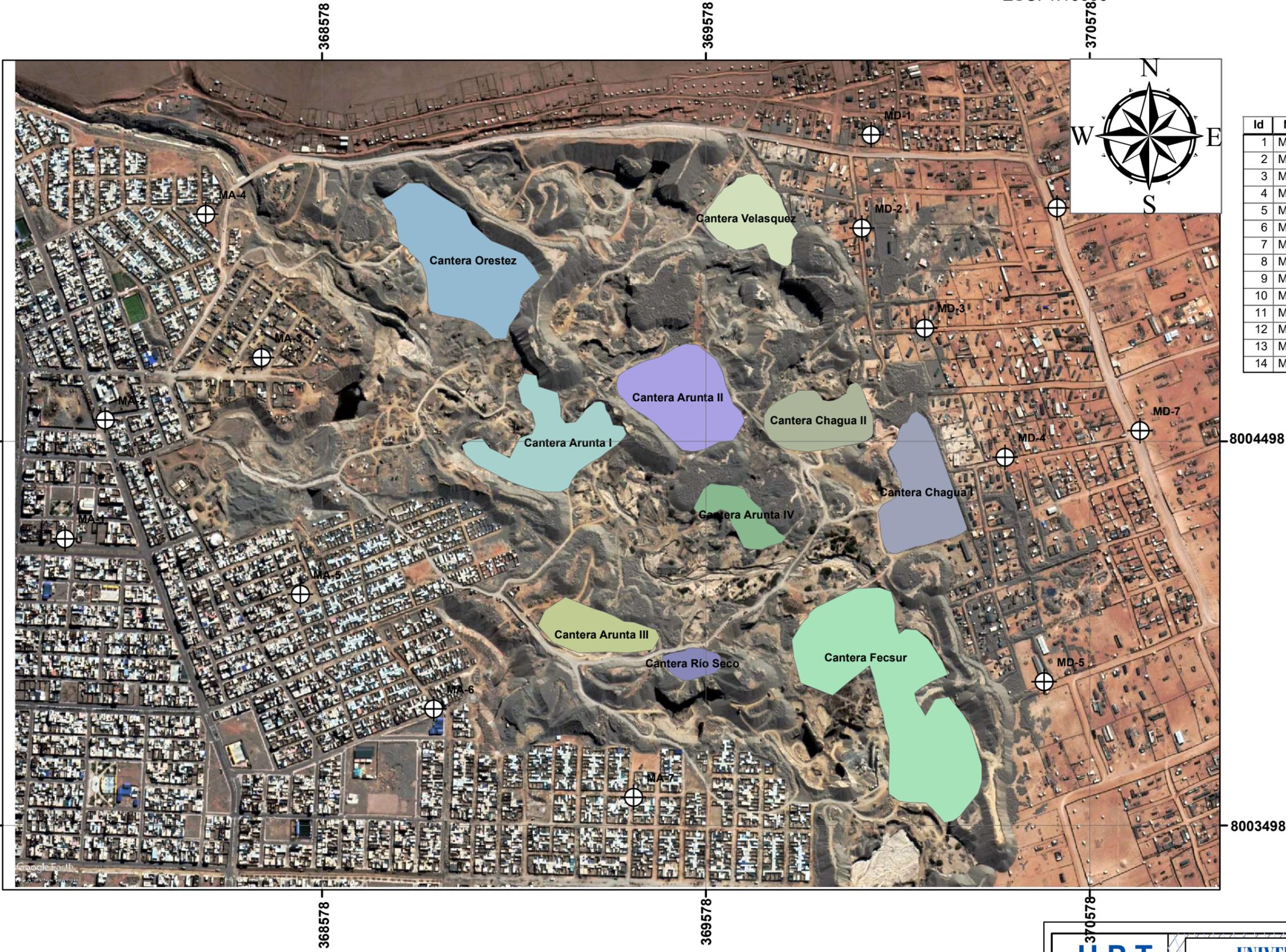
Leyenda

- Puntos de monitoreo en cantera Arunta
- Cantera Arunta I
- Cantera Arunta II
- Cantera Arunta III
- Cantera Arunta IV
- Cantera Chagua I
- Cantera Chagua II
- Cantera Fecsur
- Cantera Río Seco
- Cantera Velasquez
- Cantera Orestez

UPT	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		LÁMINA:
	PROYECTO: "Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) de la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta del distrito Gregorio Albarracín - Agosto 2019" PLANO: PLANO DE UBICACIÓN		PU-03
UBICACIÓN: DISTRITO: G.A.L. PROVINCIA: TACNA DEPARTAMENTO: TACNA	Prof. Responsables: Elaboración: Julio Cesar Carrión Gutierrez	Escalas: Indicadas Revisado: Fecha: 2019	

PLANO DE UBICACION DE PUNTOS DE MONITOREO ALREDEDOR DE LA CANTERA

ESC: 1:10000



Id	Nombre	Coordenadas Norte	Coordenadas Este
1	MA-1	8004066.41 m S	368527.61 m E
2	MA-2	8004300.31 m S	368606.82 m E
3	MA-3	8004426.55 m S	368921.73 m E
4	MA-4	8004714.18 m S	368808.99 m E
5	MA-5	8003950.04 m S	369004.61 m E
6	MA-6	8003729.04 m S	369266.28 m E
7	MA-7	8003548.21 m S	369672.08 m E
8	MD-1	8004873.94 m S	370149.83 m E
9	MD-2	8004686.59 m S	370130.09 m E
10	MD-3	8004487.71 m S	370258.25 m E
11	MD-4	8004226.52 m S	370415.58 m E
12	MD-5	8003777.42 m S	370491.11 m E
13	MD-6	8004727.22 m S	370525.17 m E
14	MD-7	8004283.73 m S	370685.48 m E

Leyenda

- Puntos de monitoreo alrededor de la cantera Arunta
- Cantera Arunta I
- Cantera Arunta II
- Cantera Arunta III
- Cantera Arunta IV
- Cantera Chagua I
- Cantera Chagua II
- Cantera Fecsur
- Cantera Río Seco
- Cantera Oretez
- Cantera Velasquez

UPT	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		LÁMINA:
	PROYECTO: "Monitoreo de contaminantes sólidos sedimentables (CSS) de la extracción de agregados minerales para la construcción en la cantera Arunta del distrito Gregorio Albarracín – Agosto 2019"		PU-04
PLANO: PLANO DE UBICACIÓN			Escalas: Indicadas Revisado:
UBICACIÓN: DISTRITO: G.A.L. PROVINCIA: TACNA DEPARTAMENTO: TACNA	Prof. Responsables: Elaboración: Julio Cesar Carrión Gutierrez	Escalas: Indicadas Revisado: Fecha: 2019	