

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL  
APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS  
SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLA VISTA,  
CAJAMARCA 2018**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**CAROLINA MERCEDES ALTAMIRANO CUEVA**

**ASESOR**

**JUSTO DAVID PEDRAZA FRANCO**

<https://orcid.org/0000-0002-1027-2267>

**Chiclayo, 2021**

**DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL  
APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS  
SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE  
BELLAVISTA, CAJAMARCA 2018**

PRESENTADA POR:  
**CAROLINA MERCEDES ALTAMIRANO CUEVA**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR:

Juan Ignacio Luna Mera  
PRESIDENTE

Joaquín Hernán Rojas Oblitas  
SECRETARIO

Justo David Pedraza Franco  
VOCAL

## Índice

Resumen.....	7
Abstract.....	8
I.    Introducción .....	9
II.   Marco teórico .....	12
2.1    Antecedentes .....	12
2.2    Bases Teórico Científicas .....	13
III.  Metodología .....	16
3.1    Tipo y Nivel de Investigación.....	16
3.2    Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	16
3.2.1    Técnicas: .....	16
3.2.2    Instrumentos:.....	16
3.3    Procedimientos:.....	17
3.3.1.    Estudio Demográfico.....	17
3.3.2.    Estudio de Caracterización .....	17
3.3.3.    Estudio Topográfico .....	17
3.3.4.    Estudio de Suelos .....	17
3.3.5.    Estudio Hidrológico .....	18
3.3.6.    Consideraciones éticas.....	18
3.3.7.    Consideraciones Generales de los Residuos Sólidos Urbanos .....	18
3.3.7.1.    Clasificación de los Residuos Sólidos .....	18
3.3.8.    Relleno Sanitario.....	19
3.3.8.1.    Tipos de Relleno Sanitario.....	19
3.3.8.2.    Diseño de un Relleno Sanitario Manual .....	20
3.3.9.    Reaprovechamiento de los Residuos Sólidos .....	23
3.3.9.1.    Reciclaje de Residuos Sólidos Inorgánicos.....	23
3.3.9.2.    Compostaje de Residuos Sólidos Orgánicos .....	23
IV.   Resultados y Discusión.....	24
4.1.   Estudio Demográfico.....	24
4.1.1.    Población y Tasa de Crecimiento del Distrito .....	24
4.1.2.    Proyección de la Población Futura.....	24
4.2.   Estudio de Caracterización. ....	25
4.2.1.    Proyección de la generación per-cápita.....	25

4.3.	Estudio Topográfico .....	25
4.3.1.	Ubicación del área destinada para el proyecto.....	25
4.3.2.	Ubicación de los BMs .....	25
4.3.3.	Altitud de la Zona.....	25
4.4.	Estudio de Suelos .....	25
4.4.1.	Ensayo de Permeabilidad Triaxial para Materiales Cohesivos.....	26
4.5.	Estudio Hidrológico .....	27
4.5.1.	Parámetros Morfométricos de la Cuenca.....	27
4.6.	Diseño del Relleno Sanitario .....	27
4.6.1.	Selección del Tipo de Relleno Sanitario.....	28
4.6.2.	Cálculo de la Vida Útil del Proyecto.....	28
4.6.3.	Selección del Métodos de Construcción del Relleno Sanitario .....	28
4.6.4.	Material de Cobertura.....	28
4.6.5.	Flujo de Destino .....	28
4.6.6.	Cálculo del Área del Relleno Sanitario .....	29
4.6.6.1.	Cálculo del área final .....	29
4.6.7.	Diseño de Celda para Cubrir el Volumen Requerido.....	31
4.7.	Diseño de la Planta de Reciclaje .....	32
4.7.1.	Cálculo del Área Útil para la Planta de Reciclaje.....	32
4.8.	Diseño de la Planta de Compostaje .....	33
4.9.	Generación de Lixiviados .....	34
4.9.1.	Cálculo de la generación de Lixiviados.....	34
4.9.2.	Sistema de Drenaje de Lixiviado .....	35
4.10.	Sistema de Drenaje Pluvial.....	36
4.11.	Generación de Gases .....	36
4.11.1.	Cálculo de Producción de Gas: .....	36
4.11.2.	Drenaje del Gas del Relleno .....	37
4.11.2.1.	Drenaje Pasivo con Chimeneas .....	37
4.12.	Diseño de Vías de Acceso .....	38
4.12.1	Variables .....	38
4.12.2	Obtención del espesor de la Losa de Concreto .....	39
4.12.3	Espesores Calculados para el Pavimento Rígido .....	39
4.13.	Obras Complementarias .....	39
V.	Conclusiones .....	41

VI.	Recomendaciones.....	43
VII.	Referencias.....	44
VIII.	Anexos.....	46

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Método de trinchera para construir un relleno sanitario.....	21
Ilustración 2. Datos obtenidos de las dimensiones del canal .....	36

## Índice de tablas

TABLA N° 1: DATOS POBLACIONALES DEL DISTRITO DE BELLAVISTA-JAEN ....	24
TABLA N° 2: PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE BELLAVISTA	24
TABLA N° 3: CUADRO DE COORDENADAS DE BMS .....	25
TABLA N° 4: CUADRO RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS .....	26
TABLA N° 5: CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE PERMEABILIDAD....	26
TABLA N° 6: PARAMETROS MORFOMETRICOS .....	27
TABLA N° 7: FLUJO DE DESTINO PARA EL DISEÑO CONSIDERANDO EL REAPROVECHAMIENTO DE RESIDUOS.....	29
TABLA N° 8: CALCULO DE LA PROYECCION DE LA NUEVA GENERACION PER CAPITA.....	30
TABLA N° 9: CALCULO DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS ACUMULADOS EN 20 AÑOS .....	31
TABLA N° 10: CALCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA CELDA .....	32
TABLA N° 11: TOTAL DE RESIDUOS SOLIDOS INORGANICOS ACUMULADOS.....	32
TABLA N° 12: CALCULO DEL AREA PARA RECICLAJE .....	33
TABLA N° 13: TOTAL DE RESIDUOS SOLIDOS INORGANICOS ACUMULADOS.....	33
TABLA N° 14: CÁLCULO DE AREA PARA COMPOSTAJE DE TIPO MANUAL.....	34
TABLA N° 15: CÁLCULO DE PRODUCCION DE LIXIVIADO.....	34
TABLA N° 16: VOLUMEN DE LIXIVIADO PRODUCIDO .....	35
TABLA N° 17: CALCULO DE LA LONGITUD DE ZANJAS PARA LIXIVIADO .....	35
TABLA N° 18: DIMENSIONES DEL POZO DE LIXIVIADOS .....	35
TABLA N° 19: CÁLCULO DE PRODUCCIÓN DE GAS.....	36
TABLA N° 20: PORCENTAJE DE CARBÓN ORGÁNICO QUE NO SE CONVIERTE EN GAS .....	37
TABLA N° 21: REQUERIMIENTOS A CONSIDERAR PARA LA CONSTRUCCION DE LA CHIMENEA .....	37
TABLA N° 22: DATOS DE ENTRADA PARA EL CÁLCULO DEL ESPESOR.....	39
TABLA N° 23: RESUMEN DE ESPECIFICACIONES AGUA FRIA .....	40

## Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo el “Diseño de la infraestructura para el Aprovechamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales para el Distrito de Bellavista, Cajamarca”, buscando llevar una solución a la problemática que existe actualmente en la disposición final de los residuos sólidos del distrito; para lo que se propone una infraestructura que logre el aprovechamiento a través de áreas de reciclaje, compostaje, drenaje de lixiviados, control de gases, y la implementación de un relleno sanitario manual controlado así como de infraestructuras complementarias para el adecuado manejo de los residuos sólidos producidos en la localidad.

Mediante lo cual se logrará reducir en gran medida la generación de impactos ambientales, propagación de enfermedades y malestar de la población que presenta al no tener una adecuada disposición final de sus residuos sólidos; de igual manera se generará mayores oportunidades de empleo y desarrollo para los pobladores.

**PALABRAS CLAVE:** Residuos Sólidos, Aprovechamiento de materia orgánica, Reciclaje, Relleno Sanitario, Infraestructura.

### **Abstract**

The present project aims to the "Design of the infrastructure for the Use and Final Disposal of Municipal Solid Waste for the District of Bellavista, Province of Jaén, Department of Cajamarca", looking for a solution to the problem that currently exists in the final disposal of district solid waste; for which an infrastructure is proposed that achieves the use through recycling areas, composting, leachate drainage, gas control, and the implementation of a controlled manual sanitary landfill as well as complementary infrastructures for the adequate management of solid waste locally produced.

Through what can be achieved to greatly reduce the generation of environmental impacts, the spread of diseases and the discomfort of the population by not having an adequate final disposal of solid waste; similarly, it seeks to generate greater employment and development opportunities for the inhabitants.

**KEYWORDS:** Solid Waste, Use of organic matter, Recycling, Landfill, Infrastructure.

## I. Introducción

“El manejo de residuos sólidos constituye a nivel mundial un problema para las grandes ciudades, factores como el crecimiento demográfico, la concentración de población en las zonas urbanas, el desarrollo ineficaz del sector industrial y/o empresarial, los cambios en patrones de consumo y las mejoras del nivel de vida, entre otros, han incrementado la generación de residuos sólidos en los pueblos y ciudades” [9].

“En la época medieval se acostumbraba a arrojar comida y otros residuos sólidos sin ningún control, esto trajo consigo la aparición de roedores, con sus pulgas respectivas, lo cual permitió la reproducción de la peste bubónica causando la muerte de la mitad de los europeos del siglo XIV; los pobladores se dieron cuenta que tenían que tomar medidas de control para la recogida de residuos de comida con el fin de evitar la producción de moscas y roedores” [7].

Al igual que muchos países en el mundo el Perú enfrenta retos en el manejo de sus residuos sólidos municipales, debido al cambio por el crecimiento de las poblaciones, así como la migración hacia las ciudades. Hacia el 2007 se estimaba que la producción total de esos desperdicios superaba las 22 mil 475 toneladas diarias en el país, y sólo el 17 % de la generación diaria era dispuesta en rellenos sanitarios autorizados con deficiencia de infraestructuras y el 83% era destinado a lugares inadecuados, causando daño al medio ambiente y la salud humana [13].

El departamento de Cajamarca cuenta con 127 municipalidades, de las cuales 124 recogen los residuos sólidos obteniendo un total de 644.402 kg de basura diaria. De estos municipios 40 recogen la basura diariamente, 34 lo hace Inter diario, 41 dos veces por semana y 9 municipalidades lo hacen semanalmente; la falta de recojo de estos residuos sólidos genera la proliferación de moscas, malos olores, roedores, causando una incomodidad en la población lo que las lleva muchas veces a tomar medidas como la quema de la basura, lo cual genera una mayor contaminación. Del total de residuos recolectados 43 municipalidades lo disponen en un relleno sanitario controlado, 91 disponen sus residuos a un botadero a cielo abierto, 21 quemar o incineran los residuos recolectados y solo 29 municipalidades reciclan.

De acuerdo a los datos obtenidos de la municipalidad distrital de Bellavista, hacia el 2016 se contaba con una población de 16506 habitantes, con una tasa de crecimiento de 0,64% anual, por lo cual el aumento poblacional y el paso de las poblaciones de la zona rural a la zona urbana han generado que en el distrito exista una mayor acumulación de residuos sólidos.

La municipalidad distrital de Bellavista actualmente cuenta con un plan de gestión de los residuos, el cual no se cumple de manera adecuada, debido a que en la localidad el servicio de barrido se da de manera ineficiente y solo en las zonas pavimentadas del distrito que representan solo el 30% del total de área urbana, además de la falta de recipientes para la colocación de los residuos, debido a la falta de estos los pobladores optan por poner sus residuos en sacos, cajas, entre otros y dejarlos en la calle.

Actualmente la generación per cápita de residuos sólidos municipales del distrito es de 0,423 kg/hab/día, y no se cuenta con un control de disposición final de sus residuos sólidos, estos residuos luego de ser recogidos son dispuestos en un botadero, el cual debido a las malas condiciones que presenta ocasiona daños severos en el ambiente en el que está expuesto.

La presencia de un botadero informal hace que la acumulación de residuos sólidos sea descontrolada por lo que los pobladores buscan la manera de reducirla, así que optan por la quema de basura generando así un mayor foco de contaminación tras la acumulación de gases tóxicos de efecto invernadero.

Por lo que el presente proyecto pretende analizar, diseñar las infraestructuras y emplear procedimientos existentes ya utilizados para proyectos similares en lo que se refiere al diseño de rellenos sanitarios y las estructuras complementarias requeridas. De igual manera se hará uso de la normativa existente y de tecnologías eficientes, beneficiando así a que el manejo y control de los residuos sea adecuado y que el diseño sea óptimo.

Así mismo la implementación de una infraestructura de disposición final de residuos sólidos requiere una gran inversión por parte de las municipalidades, la cual se verá reflejada en la disminución de focos de contaminación por tanto menores gastos en la población por problemas de salud originados por los residuos sólidos y su mala disposición, así como la generación de nuevas fuentes de trabajo.

La mala disposición de residuos sólidos genera un gran impacto en el ambiente por lo que implementar una infraestructura de disposición final de los residuos sólidos, a través de la aplicación de técnicas de segregación de residuos para el reciclaje, el aprovechamiento de la materia orgánica generada y su descomposición a través del compostaje, el control de lixiviados, así como el diseño del relleno sanitario en la localidad permitirá que esta sea más amigable con el medio ambiente.

Con la implementación de este proyecto los pobladores podrán vivir en un ambiente más limpio y saludable, lo que permitirá mejorar su calidad de vida, por lo que espera beneficiar también cultural y socialmente, dando una cultura de segregación, aprovechamiento y buen manejo de sus residuos.

El objetivo principal del proyecto es el de diseñar la infraestructura para el Aprovechamiento y Disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Bellavista, Cajamarca, lo cual se logrará a través de la realización de los siguientes objetivos específicos:

Obtener las características del terreno destinado para la elaboración del proyecto a través de la realización de estudios topográficos, mecánica de suelos y estudios hidrológicos; determinar la población proyectada y la generación per cápita de residuos para el diseño; la elaboración del diseño del relleno sanitario, la planta de segregación manual, área de compostaje y la implementación de un punto limpio; elaborar el diseño de obras complementarias como distribución funcional del área de la infraestructura, instalaciones auxiliares como áreas administrativas, servicios de agua y saneamiento, área de uso común para los trabajadores, vestidores, almacén, caseta de control, entre otros necesarios; diseñar las rutas de acceso dentro del relleno sanitario; elaborar el presupuesto y realizar la evaluación de impacto ambiental del proyecto.

## II. Marco teórico

### 2.1 Antecedentes

Los residuos sólidos pertenecientes al distrito de Bellavista, provenientes de las actividades domésticas, institucionales, publicas, limpieza de vías y áreas públicas, están a cargo de la gestión de la municipalidad, esto es un trabajo complejo que la municipalidad está buscando mejorar para lograr optimizar en todos los aspectos el cumplimiento como base del saneamiento básico.

Actualmente la municipalidad distrital cuenta con un plan de gestión de residuos sólidos que abarca desde la segregación dada en la fuente hasta la disposición final de los residuos, para lo cual esta buscó tener a su disposición una extensión de terreno que cumpla con los requisitos que exige la normativa vigente para implementar la planta de segregación y aprovechamiento de materia orgánica, así como la para infraestructura de disposición final.

Se hizo un análisis para la selección de terreno en tres áreas, de las cuales se tomó como mejor alternativa el área 2, la cual es un área que presenta una pendiente mínima que permite hacer uso de dicho talud; además que se encuentra alejado de los cuerpos de agua y es un terreno impermeable, lo que es favorable en la operación del relleno sanitario.

Su ubicación es accesible debido a que se encuentra en el caserío Pushura Alta, el cual cuenta con una trocha carrózale.

La presencia de aguas subterráneas se encuentra a 20 metros de profundidad debido a que esta es una zona seca, el tipo de suelo de esta zona es franco arenoso, lo que permitirá un mejor control de lixiviados.

En cuanto a la vida útil este terreno se encuentra lejos de la zona de expansión urbana además de ser de propiedad de la municipalidad, además cuenta con pequeños montículos de suelo arcilloso y tierra fina que puede ser utilizado como material de cobertura.

El distrito de Bellavista cuenta con el Hospital de San Javier del Marañón el cual es un servicio brindado por el MINSA para la atención de los pobladores del distrito. Dicho Hospital para el manejo de los residuos sólidos peligrosos sub contrata el servicio de una empresa especialista en el manejo de estos residuos, basándose en la ley general de residuos sólidos y su reglamento, la cual dispone que el manejo deberá ser realizado exclusivamente por sociedades con personería jurídica y que deben encontrarse registradas en la Dirección General de Salud Ambiental como una empresa prestadora de servicios de recojo o de comercialización para el manejo de residuos de gestión no municipal.

## **2.2 Bases Teórico Científicas**

### ***Ley General del Ambiente, Ley N°28611, 2005.***

“La Ley General del Ambiente es la norma ordenadora para una adecuada gestión ambiental en el Perú, establece principios y normativa básica que asegura una eficaz efectividad del derecho constitucional, a un ambiente saludable, adecuado y equilibrado para el desarrollo de la vida. El dispositivo en mención también regula el cumplimiento de las obligaciones vinculadas a la gestión ambiental, teniendo como fin la mejora de la calidad de vida poblacional, el mejoramiento del ambiente urbano y rural, el desarrollo sostenible de las actividades económicas, así como la conservación del patrimonio natural del país, entre otros objetivos” [21].

### ***Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, Ley N°29325, 2016.***

“La Ley tiene como finalidad asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental tanto de las personas naturales como jurídicas, así mismo las diversas funciones a cargo del Estado, en cuanto a supervisión, evaluación, fiscalización, control y potestad sancionadora en materia ambiental, se realicen de forma independiente, ágil, imparcial y eficiente” [22].

### ***Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Decreto Legislativo N°1278, 2017.[24]***

La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos se basa en la política y principios establecidos en la Ley General del Ambiente. Estable cuales son lineamientos exigibles para su cumplimiento y cuáles son las competencias destinadas a las diferentes autoridades, como el ministerio, sector salud, las diversas municipalidades, sector transporte, así como la tercerización o prestación de servicios para lograr con el cumplimiento de la gestión y control de los residuos.

### ***Ley Orgánica de Municipalidades, Ley N°27972, 2003.[23]***

Mediante el cual se presenta cuáles son las funciones de la municipalidad en materia de saneamiento, salubridad y salud, tanto para municipalidades provinciales como la regulación y control del proceso de disposición final de los desechos, así como las funciones de las municipalidades distritales como son el servicio de limpieza pública, la implementación de rellenos sanitarios y el aprovechamiento de los desperdicios.

### ***Ley que Regula la Actividad de los Recicladores, Ley N°29419, 2003.[25]***

Esta ley regula las actividades realizadas por los recicladores, las cuales deben ser reguladas por los gobiernos locales, para incorporar a los recicladores como parte del sistema

de gestión de los residuos sólidos. De igual manera pretende coordinar su actividad en el marco de sus atribuciones.

***Norma de Suelos y Cimentaciones – Perú, E-050.[26]***

La norma de suelos y cimentaciones nos presenta las exigencias que debemos considerar para la realización de los Estudios de Mecánica de Suelos (EMS), los cuales incluyen análisis de cimentación de edificaciones, entre otros presentes en la norma. Los estudios de mecánica de suelo se realizarán con el fin de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras, suscitando el uso correcto de los recursos.

***Norma de Concreto Armado – Perú, E-060.[27]***

La presente norma establece las exigencias mínimas y las obligaciones a considerar para realizar el estudio, diseño, consideraciones de calidad de los materiales, clasificación de la edificación, el aseguramiento de la calidad y la inspección de estructuras de concreto armado.

***Norma de Estructuras Metálicas – Perú, E-090.[28]***

La presente norma establece consideraciones de diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas para edificaciones, se consideran los criterios dados en el método de Factores de Carga y Resistencia (LRFD), así como el método por Esfuerzos Permisibles (ASD).

***Norma de Diseño Sismo Resistente – Perú, E-030.[30]***

La presente norma nos establece las condiciones mínimas para que, al realizar un diseño de una estructura, este nos que permita que su comportamiento sea el óptimo ante efectos sísmicos importantes, permitiendo así que no se llegue a un colapso o a daños severos generados en la estructura diseñada para el proyecto.

***Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, MINAM [3]***

El Ministerio del Ambiente (MINAM) con la participación de los diferentes sectores que conforman la “Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos”, propuso la ejecución de la Guía de diseño, construcción,

operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, con la finalidad de facilitar a las municipalidades y empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos (EPS-RS), una herramienta ágil para la implementación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales en el País.

***Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales, Municipalidad de Loja.[8]***

La Municipalidad de Loja propuso este manual para lograr el desarrollo de criterios para el diseño y manejo de rellenos sanitarios, el cual se puede usar para municipios grandes que hacen uso de rellenos mecanizados, como municipios pequeños que disponen de un relleno manual. El documento no incluye el manejo de desechos peligrosos o de demolición.

### **III. Metodología**

#### **3.1 Tipo y Nivel de Investigación**

El diseño de la investigación es de tipo Descriptiva. Se realizará una recolección de datos para lograr describir la situación actual de la zona donde se realizará el proyecto.

La finalidad que persigue la presente tesis es aplicada, debido a que busca aplicar los conocimientos adquiridos en la elaboración del proyecto a través de la práctica y la realización los objetivos planteados.

#### **3.2 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

##### **3.2.1 Técnicas:**

Realización de un levantamiento Topográfico

Realización de un estudio de Mecánica de suelos

Realización de estudios Hídricos.

##### **3.2.2 Instrumentos:**

PROGRAMAS DE CÓMPUTO:

Microsoft Word.

Microsoft Excel

Microsoft Power Point.

PROGRAMAS DE INGENIERÍA:

AutoCAD.

Civil 3D.

SAP 2000.

ArcGIS.

RW7 PRO.

MSPROYECT.

EQUIPOS TOPOGRÁFICOS:

Estación Total.

Prisma.

Trípode.

GPS.

Brújula.

Cinta Métrica.

UTILES DE ESCRITORIO

### **3.3 Procedimientos:**

#### **3.3.1. Estudio Demográfico**

El objetivo principal del estudio demográfico es que a partir de la información censal o de referencia, obtener la población actual, la tasa de crecimiento y proyectar la población futura de diseño en el área que abarca el proyecto durante el tiempo para el que se plantea la obra.

#### **3.3.2. Estudio de Caracterización**

El estudio de caracterización tiene como objetivo determinar la generación per cápita de los residuos de una población de estudio, así como la generación total, la densidad de los residuos que se recolectan y la composición porcentual de los diferentes tipos de residuos que se producen en el distrito.

Este estudio de caracterización nos permitirá lograr la separación de los diferentes tipos de residuos, a partir de su porcentaje de generación diaria para ser destinado en las diferentes infraestructuras, como son las de reciclaje, compostaje, su disposición en el relleno sanitario, o a un punto limpio a través de un flujo de destino.

#### **3.3.3. Estudio Topográfico**

El estudio topográfico permite describir las características de la zona donde se va a ubicar el relleno, obteniendo los perfiles para conocer las pendientes y ubicar el relleno en la zona más apropiada, de igual manera conocer que zonas pueden ser usadas para obtener material de cobertura.

A partir del estudio topográfico de la zona también nos permite obtener cual es el mejor método de disposición a utilizarse, así como también la ubicación de las infraestructuras complementarias como las vías de acceso dentro del área destinada para la infraestructura.

#### **3.3.4. Estudio de Suelos**

El presente estudio de suelos se realizará para poder conocer y describir los tipos suelos existentes dentro de la zona donde se ubicará la infraestructura de disposición final en el distrito de Bellavista, Jaén. Obteniendo las características físico-mecánicas del mismo, que servirán para el diseño de los elementos e infraestructuras que forman parte del proyecto.

De igual manera, se logrará conocer las características del suelo para la obtención del material para cobertura que será usado para el relleno sanitario.

El estudio de mecánica de suelos considera diferentes actividades que inician con la exploración del lugar, ubicación de calicatas, toma de muestras, su traslado de las muestras a un laboratorio para ser analizadas y poder proceder con el análisis.

### **3.3.5. Estudio Hidrológico**

El objetivo principal que persigue el estudio hidrológico es obtener los caudales de escurrimiento máximo para el diseño del sistema de drenaje pluvial que cubrirá el área destinada para el relleno sanitario. Así también conocer las infiltraciones que existen en el terreno para el cálculo de lixiviados y diseño para su tratamiento.

### **3.3.6. Consideraciones éticas**

El presente trabajo fue realizado haciendo uso de la Normativa Técnica Peruana, así como manuales, libros y documentos que permitieron considerar datos y procedimientos, los cuales se encuentran interpretados dentro de los lineamientos éticos básicos: objetividad, honestidad y respeto de los derechos de terceros, asumiendo compromisos éticos antes, durante y después del proceso de elaboración del proyecto.

Con este fin, se ha suscrito una declaración de compromiso ético para asegurar que el presente proyecto no se ha elaborado por otro investigador, ni se encuentra en ejecución o se encuentra ya existente; además, se asegura la veracidad de los resultados, así como la elaboración del proyecto.

### **3.3.7. Consideraciones Generales de los Residuos Sólidos Urbanos**

Como resultado de las actividades humanas se obtiene lo que comúnmente llamamos “basura”, que son los residuos que se generan al hacer uso de diferentes productos tal como las cáscaras de las frutas que consumimos, las envolturas de los productos, botellas, entre otros.

#### **3.3.7.1. Clasificación de los Residuos Sólidos**

Los residuos sólidos se clasifican de diferentes maneras tal como son por su peligrosidad y por su composición.

### **a) Residuos no Peligrosos:**

Son aquellos que no presentan características de peligrosidad o propiedades que generen riesgos en la salud de la población como en el medio ambiente. Este tipo de residuo se ha dividido en categorías según su composición y biodegradabilidad para la selección de su destino de disposición final dentro de las infraestructuras propuestas. Dentro de estos residuos encontramos los orgánicos, inorgánicos y otros.

- **Residuos Orgánicos:** Son aquellos residuos que por su composición pueden degradarse de manera rápida, estos pueden ser usados para la realización de compost, debido a que el resultado de la desintegración de estos residuos es materia orgánica.
- **Residuos Inorgánicos:** Son aquellos residuos que por su composición no pueden degradarse de manera rápida, la mayoría de ellos demoran años en descomponerse, estos residuos pueden ser reciclados para generar nueva materia prima, para evitar la contaminación del medio ambiente causada por la presencia de estos.

### **b) Residuos Peligrosos:**

Son aquellos que por su composición tienen propiedades que pueden generar riesgos en la salud como en el medio ambiente. Presentan un tratamiento especial para su disposición final.

## **3.3.8. Relleno Sanitario**

Un relleno sanitario es una técnica para la disposición final de los residuos sólidos, los cuales se disponen en el suelo, por lo que no causa molestia ni riesgo a la salud o la seguridad pública; igualmente no perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura si se maneja de manera adecuada.

Esta técnica utiliza la ingeniería para colocar y la basura en un área con un volumen reducido, cubriéndola diariamente con capas de tierra y compactándola para reducir su volumen.

### **3.3.8.1. Tipos de Relleno Sanitario**

Según [2], para la disposición final de los residuos sanitarios, se consideran tres tipos de relleno sanitario, dentro de los cuales se encuentran: el relleno sanitario manual, semi-mecanizado y mecanizado.

### **a) Relleno Sanitario Manual**

Se utiliza en pequeñas poblaciones, las cuales por la poca cantidad de pobladores se generan menos de 15 t/día de residuos sólidos, las condiciones del manejo y operación del relleno manual son económicas debido al poco uso de maquinaria pesada.

Los residuos que se dispondrán en el relleno pueden ser manejados durante la operación y confinamiento de estos con personal de apoyo de cuadrillas de hombres y el empleo de herramientas de uso manual.

#### **3.3.8.2. Diseño de un Relleno Sanitario Manual**

“El método constructivo y la subsecuente operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno, aunque dependen también del tipo de suelo y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras básicas de construir un relleno sanitario” [4].

##### **3.3.8.2.1. Selección de Método**

“El método constructivo y la subsecuente operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno, aunque dependen también del tipo de suelo y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras básicas de construir un relleno sanitario” [3].

#### **a) Método De Trinchera O Zanja**

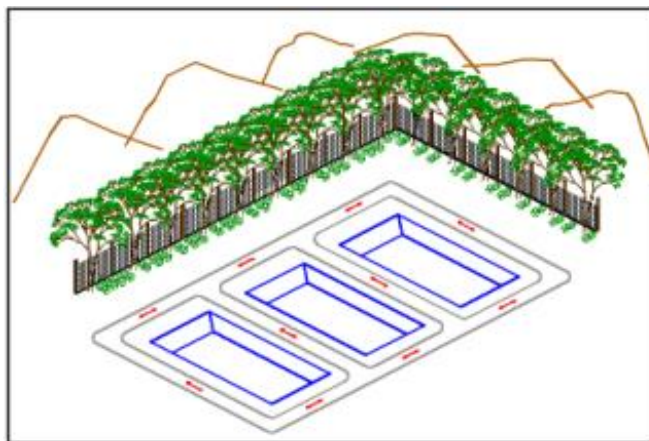
“Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad con una retroexcavadora o un tractor de orugas. Hay experiencias de excavación de trincheras de hasta de 7 metros de profundidad.

Los RSM se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada.

Se debe tener especial cuidado en periodos de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas. De ahí que se deba construir canales perimétricos para captarlas y desviarlas e incluso proveer a las zanjas de drenajes internos. En casos extremos, se puede construir un techo sobre ellas o bien bombear el agua acumulada. Sus taludes o paredes deben estar cortados de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado.

La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero [4].

**Ilustración 1. Método de trinchera para construir un relleno sanitario.**



**Fuente:** *M. d. Ambiente, Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual*, Lima, 2008.

### 3.3.8.2.2. Cálculo del Crecimiento Poblacional

Para calcular la proyección de la población futura se pueden usar diferentes métodos matemáticos, para el presente proyecto se consideró el método que relaciona la población actual con el intervalo de años y la tasa de crecimiento poblacional, los cuales tenemos como datos brindados por la Municipalidad Distrital de Bellavista. El método se basa en la aplicación de la siguiente fórmula [4]:

$$Pf = Po(1 + r)^n \quad \text{Ecuación 3.1}$$

Donde:

Pf: Población final

Po: Población actual

r: Tasa de crecimiento de la población

n: (t final – t inicial) intervalo en años

t: variable tiempo (en años)

### 3.3.8.2.3. Generación Per-cápita de los Residuos

La generación per-cápita de residuos, es la cantidad promedio que genera un habitante en un día. Para la obtención de la generación se puede realizar un muestreo, o se puede considerar el obtenido en el estudio de caracterización realizado por la municipalidad de la localidad. Dicha generación per cápita obtenida deberá ser proyectada según un porcentaje de crecimiento para la cantidad de años de vida útil para la que está destinada el proyecto.

Para el cálculo de la generación per-cápita, se hace uso de la siguiente formula [4]:

$$Gpc \text{ (kg/hab/día)} = CRR \text{ (kg)} / Pob \text{ (Hab)} \quad \text{Ecuación 3.2}$$

Donde:

Gpc = Generación per cápita (kg/hab/día)

CRR = Cantidad de residuos recolectados (kg)

Pob = Población (N.º Hab)

### 3.3.8.2.4. Capacidad Útil de diseño

Es la capacidad que se requerirá para disponer el volumen de residuos que tiene como disposición final el relleno sanitario, este volumen deberá ser mayor al volumen mínimo útil calculado y además se deberá definir la forma de la celda en función a la topografía obtenida de la zona según la ubicación y el método que se usará del relleno. Para obtener la capacidad útil se hace uso de varios métodos, los cuales consideran los siguientes datos para el cálculo:

- El total de residuos sólidos generados que se van a disponer.
- La densidad de los residuos sólidos estabilizados en el relleno sanitario manual.
- La cantidad del material de cobertura (20-25%) del volumen compactado de residuos sólidos.
- La cantidad mínima de años que es posible opere un relleno sanitario en Perú.

Por lo tanto, el volumen mínimo útil (VMU) deber ser equivalente a la suma de los volúmenes de residuos dispuesto al año (VARD) durante los años de vida útil del relleno.

Según [4], se debe añadir un porcentaje de área adicional requerida para las vías, áreas de retiro a linderos, casetas, entre otros; esta área esta entre el 20 y 40% del área del relleno calculada.

### **3.3.9. Reaprovechamiento de los Residuos Sólidos**

Muchos de los residuos sólidos producidos tienen un largo periodo de descomposición, tal como se describió anteriormente, por lo que se busca reutilizar o generar nuevos productos para evitar que estos residuos se descompongan en el medio ambiente.

Existen diferentes métodos de reaprovechamiento de residuos, en este caso consideraremos el reciclaje y el compostaje.

#### **3.3.9.1. Reciclaje de Residuos Sólidos Inorgánicos**

La separación de materiales residuales que pueden ser reutilizables es una operación necesaria, y depende en gran parte del programa gestión de los residuos sólidos que se ha planteado para una población.

Dentro de la gestión de los residuos sólidos debe estar considerado la segregación en el origen, es decir en cada casa antes de ser recogida por el vehículo destinado para la recolección de los residuos.

Otra manera para la segregación de los residuos es la que se hace en una planta de reciclaje, la cual permite hacer la debida separación por el tipo de residuo que se tiene para luego ser destinado a su reciclaje a través de la venta o cual haya sido la disposición final seleccionada para los residuos reciclados.

#### **3.3.9.2. Compostaje de Residuos Sólidos Orgánicos**

La formación de compostaje a través del uso de los residuos sólidos orgánicos recolectados es una manera de reducir el volumen y alterar la composición física de los residuos sólidos y a la vez producir un subproducto útil.

Se utilizan diferentes métodos, considerando la cantidad de espacio utilizable y los tipos de residuos que se van a fermentar. El material fermentado llamado compost, puede ser utilizado como enmienda para la tierra o como material de abono.

## IV. Resultados y Discusión

### 4.1. Estudio Demográfico

#### 4.1.1. Población y Tasa de Crecimiento del Distrito

El distrito de Bellavista, hacia el año 2016 contaba con una población de 16506 habitantes (Ver TABLA N°1), con una tasa de crecimiento poblacional del 0,64% anual. Se tomaron datos de la municipalidad distrital de Bellavista.

**TABLA N° 1: DATOS POBLACIONALES DEL DISTRITO DE BELLAVISTA-JAEN**

AÑO	POBLACION
2011	15980
2012	16188
2013	16188
2014	16293
2015	16399
2016	16506

**Fuente:** Municipalidad Distrital de Bellavista

#### 4.1.2. Proyección de la Población Futura

La población futura que será usada para el diseño del relleno sanitario se calculó para estimar su crecimiento en un periodo de 20 años (Ver TABLA N°2).

**TABLA N° 2: PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE BELLAVISTA**

AÑO		POBLACIÓN (HAB)
2017	0	16611
2018	1	16717
2019	2	16824
2020	3	16932
2021	4	17040
2022	5	17149
2023	6	17259
2024	7	17370
2025	8	17481
2026	9	17593
2027	10	17705
2028	11	17819
2029	12	17933
2030	13	18047
2031	14	18163
2032	15	18279
2033	16	18396
2034	17	18514
2035	18	18632
2036	19	18752
2037	20	18872

**Fuente:** Elaboración propia

## 4.2. Estudio de Caracterización.

### 4.2.1. Proyección de la generación per-cápita

La generación per-cápita sufre un crecimiento en relación con la cantidad de habitantes que vivan en el distrito, por lo que se debe proyectar la cantidad de GPC (Kg/hab/día), para el año 20 con una población de 18872 habitantes.

### 4.3. Estudio Topográfico

El área total que se abarcó fue 5.46 hectáreas de extensión y un perímetro total de 1466.34 metros.

La pendiente longitudinal obtenida fue de 2,57 % y la transversal es de 2,97%, por lo que se tiene un terreno plano con pendientes transversales menores al 10% y longitudinales menores al 3%, el cual según la profundidad de excavación presentara bajo movimiento de tierras sobre el nivel de terreno natural.

#### 4.3.1. Ubicación del área destinada para el proyecto

El área destinada para el proyecto se encuentra ubicado a 6,5 km del distrito de Bellavista, aproximadamente 15 minutos de viaje.

#### 4.3.2. Ubicación de los BMs

**TABLA N° 3: CUADRO DE COORDENADAS DE BMS**

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
<b>BM0</b>	9370905,409	752884,002	504,12
<b>BM1</b>	9370996,671	752737,926	508,67
<b>BM2</b>	9370996,324	752660,831	510,03
<b>BM3</b>	9371071,979	752462,387	516,21
<b>BM4</b>	9371130,923	752386,817	517,83

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.3.3. Altitud de la Zona

La zona donde se ubicará la infraestructura cuenta con una altura mínima de 502 msnm. y 518 msnm. la mayor altura.

## 4.4. Estudio de Suelos

Se hicieron 9 calicatas, las cuales presentan una sección variable, las secciones fueron de 1.50m x 1.50m. con una profundidad mínima de 1.50 m. hasta 3.00 m en promedio en la zona de estudio.

**TABLA N° 4: CUADRO RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

<b>CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>ANÁLISIS GRANULOMETRICO</b>
C-1	M-1	1,50 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad
C-2	M-1	1,50 m	Arena pobremente graduada con limo y grava
C-3	M-1	0.00 m - 1.00 m	Arena Arcillosa
	M-2	1.00 m - 1.50 m	Grava bien graduada con arena
C-4	M-1	0.00 m - 0.70 m	Arcilla de Baja Plasticidad Con Arena
	M-2	0.70 m - 1.50 m	Arena limosa con grava
C-5	M-1	0.00 m - 1.10 m	Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad
	M-2	1.10 m - 3.00 m	Arena limosa
C-6	M-1	0.00 m - 1.30 m	Arena Limo Arcillosa con Grava
	M-2	1.30 m - 3.00 m	Grava bien graduada con limo y arena
C-7	M-1	0.00 m - 0.70 m	Arena Limosa
	M-2	0.70 m - 1.50 m	Arcilla Gravosa de Baja Plasticidad Con Arena
	M-3	1.50 m - 3.00 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad

**Fuente:** Elaboración propia

De los ensayos para obtener los resultados de capacidad de resistencia del suelo para diseño de vías de acceso se obtuvo un CBR del 25,2%, por lo que se tiene un suelo para subrasante de excelente calidad mayor al 17%.

Del análisis de sulfatos y cloruros solubles en suelos y agua subterránea se obtuvieron porcentajes para cloruros de 0,01% por lo que no se requiere protección especial ante el ataque de cloruros, ya que estos son requeridos cuando su presencia supera el 0,2%, y se obtuvo un porcentaje para sulfatos de 0,11% lo que significa que se tiene una exposición moderada.

#### **4.4.1. Ensayo de Permeabilidad Triaxial para Materiales Cohesivos**

Se obtuvieron los siguientes resultados de la muestra.

**TABLA N° 5: CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE PERMEABILIDAD**

<b>CARACTERÍSTICAS DEL SUELO</b>	
Clasificación del suelo	Arcilla de Baja Plasticidad
Contenido de humedad	19.90 %
<b>Coefficiente de Conductividad Hidráulica</b>	<b>1.87 x 10<sup>-7</sup> cm/seg</b>

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5. Estudio Hidrológico

Se tomo como información meteorológica cuatro estaciones cercanas a la zona donde se ubicará la infraestructura de disposición final: la estación Cascarilla, la estación Pucara, la estación El Pintor y la estación Chirinos.

##### 4.5.1. Parámetros Morfométricos de la Cuenca

Se obtuvieron los siguientes parámetros Morfométricos de la Sub Cuenca

**TABLA N° 6: PARAMETROS MORFOMETRICOS**

DESCRIPCIÓN	UND	VALOR
De la superficie		
Área	km <sup>2</sup>	0,23
Perímetro de la cuenca	km	2,55
Cotas		
Cota máxima	msnm	567
Cota mínima	msnm	508
Altitud		
Altitud media	msnm	537,5
Altitud más frecuente	msnm	550,0
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm	501,45
Pendiente		
pendiente promedio de la cuenca	%	10,03
De la Red Hídrica		
Longitud del curso principal	km	0,68
Orden de la Red Hídrica	UND	4
Longitud de la red hídrica	km	0,8
Pendiente Promedio del cauce mayor.	%	9,10

**Fuente:** Elaboración Propia

- La intensidad promedio de la Sub cuenca es de 644,77 mm.
- Se aplicó la siguiente fórmula: 0,278 CIAK, obteniendo un caudal de 0,15 m<sup>3</sup>/seg.

#### 4.6. Diseño del Relleno Sanitario

Para la elaboración del relleno sanitario se trabajaron con 2 flujos de destino, considerando el total de la basura sin valorización de residuos y otro flujo considerando la valorización a través del uso de plantas de reciclaje, compostaje y punto limpio. Se diseñó con el fujo 2 y se obtuvo el GPC de 0,005 kg/hab/día que equivale al 13% del total de residuos recolectados, lo que dio un total de 1,01 hectáreas requeridas para la infraestructura en un periodo de 20 años incluyendo el porcentaje para área administrativa.

El cálculo del diseño del Relleno Sanitario se describe en el ANEXO 8.

#### **4.6.1. Selección del Tipo de Relleno Sanitario**

En el distrito de bellavista, se generaron en promedio un total de 7,02 toneladas diarias de residuos sólidos con una generación per cápita de 0,423 kg/hab/día en el año 2017.

Según [3], nos menciona que para un relleno sanitario manual se debe tener en promedio una generación diaria de residuos sólidos que no exceda las 20 toneladas por lo que se seleccionó el tipo de relleno sanitario manual para el diseño de la infraestructura de disposición final de los residuos del Distrito de Bellavista-Jaén.

#### **4.6.2. Cálculo de la Vida Útil del Proyecto**

Para el presente proyecto se consideró una vida útil de 20 años, debido al costo que va a generar la implementación de proyecto, así también se consideró el área disponible para la ubicación del relleno sanitario y área ocupada por los residuos.

#### **4.6.3. Selección del Métodos de Construcción del Relleno Sanitario**

Para el presente proyecto se consideró el método de trinchera debido a que el área seleccionada para el proyecto presenta una pequeña pendiente, además que cuenta con una profundidad de nivel freático de 20 m por debajo del nivel de terreno natural según el estudio de caracterización y la selección de área elaborada por la municipalidad, lo cual nos permite realizar una excavación para la implementación del terreno.

#### **4.6.4. Material de Cobertura**

Se tomó como volumen de material de cobertura el 20% de los residuos compactados en un día. El material de cobertura a utilizar será el excavado para la construcción de la celda de disposición de los residuos.

#### **4.6.5. Flujo de Destino**

Para el cálculo del área del relleno sanitario del Distrito de Bellavista – Jaén se consideraron dos flujos de destinos:

**Flujo de Destino I:** Considerando que el 100% de los residuos recolectados serán destinados al relleno sanitario.

Para ese diseño se consideró el per cápita total brindado por el estudio de caracterización realizado por la Municipalidad Distrital de Bellavista: 0,423 kg/hab/día.

**Flujo de Destino II:** Considerando que las infraestructuras complementarias (como son la planta de segregación, la planta de compostaje y el punto limpio) tomarán un porcentaje del total del per-cápita, permitiendo así resumir la cantidad de residuos sólidos que se van a enterrar, logrando recuperar extensiones de terreno y reduciendo la generación de impactos ambientales en la zona.

#### 4.6.6. Cálculo del Área del Relleno Sanitario

##### 4.6.6.1. Cálculo del área final

###### a) Flujo de Destino II

Para este flujo de destino se tomó como referencia el porcentaje del tipo de residuos clasificados en el estudio de caracterización realizado por la municipalidad distrital de Bellavista.

**TABLA N° 7: FLUJO DE DESTINO PARA EL DISEÑO CONSIDERANDO EL REAPROVECHAMIENTO DE RESIDUOS**

TIPO DE RESIDUO SOLIDO	PESO (kg/día)	% Total	% Dispuesto	GPC (kg/hab/día)	FLUJO DE DESTINO
RESIDUOS ORGANICOS	53,36	75,9%	70,0%	0,296	COMPOSTAJE
RESIDUOS INORGANICOS	11,77	16,8%	16,8%	0,071	RECICLAJE
RESIDUOS OTROS	5,01	7,1%	13,0%	0,055	RELLENO
RESIDUOS PELIGROSOS	0,12	0,2%	0,2%	0,0008	PUNTO LIMPIO
	70,26 kg/día	100%	100%	0,42 kg/hab/día	

**Fuente:** Elaboración propia

De la TABLA N° 7, podemos observar que se tomó un porcentaje con respecto del total de residuos recolectados en un día dependiendo de qué tipo de residuo es, de lo que se obtuvo lo siguiente:

- En promedio se recolectan 53,36 kg/día de residuos sólidos orgánicos, lo cual representa el 75,9% del total recolectado; de este porcentaje se consideró disponer solo el 70% a una planta de compostaje para su reaprovechamiento, obteniendo así una generación per cápita de 0,296 kg/hab/día, siendo este el per cápita a utilizar para el cálculo del área de la planta de compost. La reducción del porcentaje es debido a las pérdidas generadas en las separación y transporte.
- De residuos inorgánicos se recolectan en promedio 11,77 kg/día, esto representa el 16,8% del total de los residuos recolectados en un día; dichos residuos inorgánicos serán dispuestos en una planta de reciclaje para su reaprovechamiento. La generación per cápita para el diseño de la planta de reciclaje es 0,071 kg/hab/día.
- También dentro del estudio de caracterización se tomó como parte del porcentaje la presencia de residuos peligrosos, los cuales serán destinados a un punto limpio, estos

residuos peligrosos representan el 0,2% del total de residuos recolectados en un día, siendo su generación per cápita 0,0008 kg/hab/día.

- Para el relleno sanitario se consideró solo el porcentaje de residuos que no pueden ser reaprovechados y el porcentaje de residuos orgánicos perdidos, sumando un total de 13% de los residuos recolectados diariamente, siendo la generación per cápita de diseño 0,055 kg/hab/día, la cual será utilizada para el cálculo del área requerida.

#### b) Cantidad de Residuos Sólidos Generados

La cantidad de residuos generados se presenta en la TABLA N°8.

**TABLA N° 8: CALCULO DE LA PROYECCION DE LA NUEVA GENERACION PER CAPITA**

AÑO		ppc (kg/hab/día)
2017	0	0,042
2018	1	0,056
2019	2	0,056
2020	3	0,057
2021	4	0,057
2022	5	0,058
2023	6	0,059
2024	7	0,059
2025	8	0,060
2026	9	0,060
2027	10	0,061
2028	11	0,062
2029	12	0,062
2030	13	0,063
2031	14	0,063
2032	15	0,064
2033	16	0,065
2034	17	0,065
2035	18	0,066
2036	19	0,067
2037	20	0,067

**Fuente:** Elaboración propia.

El resultado de la cantidad de residuos sólidos acumulados desde el año 0 al año 20 en toneladas, de lo cual se obtuvo un total de 8315,41 toneladas generadas, tal como se presenta en la TABLA N° 9.

**TABLA N° 9: CALCULO DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS  
ACUMULADOS EN 20 AÑOS**

AÑO		POBLACION (HAB)	ppc kg/hab/día	Cantidad de residuos sólidos		
				Diaria (kg/día)	Anual (t/año)	Acumulado (t)
2037	20	18872	0,067	1271,07	463,941	8315,408

**Fuente:** Elaboración Propia

**c) Volumen de Residuos Sólidos Compactados**

Se calculan desde el año 0 hasta el año 20, de lo cual se obtuvieron 8578,42 m<sup>3</sup> de residuos compactados para el año 20 de la vida útil del relleno.

**d) Material de Cobertura**

Este debe ser calculado desde el año 0 hasta el año 20; de dicho cálculo se obtuvieron 522,41 m<sup>3</sup> de material de cobertura al año.

**e) Volumen de Residuos Sólidos Estabilizados**

Para el este cálculo se consideró una densidad de 600 kg/m<sup>3</sup>, con lo que se obtuvo un total de 773,24 m<sup>3</sup>/año de residuos sólidos estabilizados para el año 20.

**f) Volumen Total Requerido para la disposición de los Residuos Sólidos**

Se consideró el volumen acumulado desde el calculado en el año 0 hasta el año 20 para obtener el total requerido para la disposición., de lo cual se obtuvo un total acumulado de 23222,31 m<sup>3</sup>.

**g) Área Final Requerida**

El área final requerida se obtiene dividiendo el volumen total requerido entre la altura de diseño del relleno, para el presente cálculo se consideró una altura de 3 m, por lo que la división del volumen total entre la altura del relleno nos da un área de 1,01 hectáreas, incluyendo el 20% adicional de área administrativa.

**4.6.7. Diseño de Celda para Cubrir el Volumen Requerido**

El método seleccionado para el relleno sanitario es el método de trinchera, considerando un volumen de área útil de 10063 m<sup>3</sup>, se diseñó que el área será abastecida solo en 1 celda. Para el Talud de la celda se consideró una relación de 1:3, que es la recomendada para este tipo.

**TABLA N° 10: CALCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA CELDA**

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
<b>Largo superior</b>	m	<b>100</b>
<b>Ancho superior</b>	m	<b>45</b>
Área superior	m <sup>2</sup>	4500
Altura	m	3
Talud de trincheras (V)		1
Talud de trincheras (H)		3
<b>Largo inferior</b>	m	<b>94</b>
<b>Ancho inferior</b>	m	<b>27</b>
Área Inferior	m	2538
<b>VUD</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>10557</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Tal como se muestra en la TABLA N°15, el volumen total que dispondrá la celda es de 10557 m<sup>3</sup>.

#### 4.7. Diseño de la Planta de Reciclaje

##### 4.7.1. Cálculo del Área Útil para la Planta de Reciclaje

Para el cálculo del área útil de la planta de reciclaje se consideró la GPC designada en el flujo de destino, siendo esta de 0,071 kg/hab/día.

El área total se basa en la cantidad de residuos sólidos inorgánicos recogidos diariamente desde el año 0 hasta el año 20, de igual manera se debe considerar el incremento de la generación per cápita y el crecimiento poblacional.

Tal como se muestra en la TABLA N°11, se obtuvieron un total de 29243,15 kg/año de residuos sólidos inorgánicos recolectados y 1631,563 kg/día.

**TABLA N° 11: TOTAL DE RESIDUOS SOLIDOS INORGANICOS ACUMULADOS**

Año		Población (Hab)	GPC Kg/hab/día	Generación de RSI kg/día	Generación de RSI acumulado
2037	20	18872	0,086	1631,563	29243,15

**Fuente:** Elaboración propia.

Se consideró una densidad de residuos inorgánicos de 0,10 ton/día, con lo cual se obtuvo un volumen de 16,32 m<sup>3</sup>/día de residuos disponibles. Obteniendo un área total requerida de 318,15 m<sup>2</sup> considerando el 30% para espacios libres.

**TABLA N° 12: CALCULO DEL AREA PARA RECICLAJE**

Residuos Inorgánicos recepcionados	1,63	ton/día
Volumen de residuos inorgánicos disponibles	16,32	m3/día
Altura de recepción de los R.I.	2,00	m
Área de recepción diaria sería	8,16	m2
Área neta	244,73	m2
<b>AREA TOTAL REQUERIDA (30% espacios libres)</b>	<b>318,15</b>	<b>m2</b>

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.8. Diseño de la Planta de Compostaje

Para el cálculo del área útil de la planta de compostaje se consideró la generación per cápita designada en el flujo de destino, siendo esta generación de 0,296 kg/hab/día.

Tal como se muestra en la siguiente tabla, se obtuvieron un total de 122206,59 kg/año de residuos sólidos orgánicos recolectados y 6818,27 kg/día.

**TABLA N° 13: TOTAL DE RESIDUOS SOLIDOS INORGANICOS ACUMULADOS**

Año		Población (Hab)	GPc Kg/hab/día	Generación de RSO kg/día	Generación de RSO acumulado
2037	20	18872	0,361	6818,270	122206,59

**Fuente:** Elaboración propia.

Del cálculo del área para compostaje se obtuvo que se requiere un área de 1545,9 m2 para abastecer la generación de residuos sólidos orgánicos.

**TABLA N° 14: CÁLCULO DE AREA PARA COMPOSTAJE DE TIPO MANUAL**

Generación de residuos sólidos orgánicos al año 2037	6818,27	kg
Densidad de residuos solidos	320,50	kg/m <sup>3</sup>
Volumen de residuos sólidos a compostar	21,27	m <sup>3</sup>
Teniendo una altura de	1,80	m
Área de recepción diaria sería	11,82	m <sup>2</sup>
Considerando un % adicional de área para maniobras	14,18	m <sup>2</sup>
Asumiendo que el compost tardara 3 meses	1276,43	m <sup>2</sup>
Área de para tamizaje, almacén y Administrativo	255,29	m <sup>2</sup>
<b>AREA TOTAL</b>	1545,90	<b>m<sup>2</sup></b>
	0,15	<b>ha</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.9. Generación de Lixiviados

##### 4.9.1. Cálculo de la generación de Lixiviados

Se describe en la TABLA N° 15:

**TABLA N° 15: CÁLCULO DE PRODUCCION DE LIXIVIADO**

<b>CALCULO DE PRODUCCION DE LIXIVIADO</b>		
<b><math>Q = 1/t \times P \times A \times K</math></b>		
P: Precipitación media anual	677	mm/año
A: Área superficial del relleno sanitario	7740.77	m <sup>2</sup>
t: Tiempo en segundos en un año	31536000.00	seg/año
K: Depende del grado de compactación de la basura	0.25	
Temperatura promedio	26	°C
Q =	0.042	lt/seg
	0.0000415	m <sup>3</sup> /seg
<b>CAUDAL PRODUCIDO</b>	<b>107.682</b>	<b>m<sup>3</sup>/mes</b>

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.9.2. Sistema de Drenaje de Lixiviado

Para el proyecto se decidió implementar un sistema de recirculado de lixiviados, haciendo uso de un pozo de almacenamiento de los lixiviados recolectados y desde donde se bombearán para ser enviados nuevamente al relleno con la finalidad de eliminar la carga que contenga de contaminantes. Se obtiene un volumen de lixiviado a almacenar de 307,97 m<sup>3</sup>.

**TABLA N° 16: VOLUMEN DE LIXIVIADO PRODUCIDO**

<b>VOLUMEN DE LIXIVIADO</b>		
Q: Caudal medio de lixiviado	102,7	m <sup>3</sup> /mes
T: Número máximo de meses con lluvias consecutivas	3	meses
<b>V: Volumen de lixiviado</b>	<b>307,97</b>	<b>M<sup>3</sup></b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Las dimensiones de la zanja se asumirán de 0,6 m de ancho por 1 m de profundidad como mínimo.

**TABLA N° 17: CALCULO DE LA LONGITUD DE ZANJAS PARA LIXIVIADO**

<b>LONGITUD DE ZANJAS PARA LIXIVIADO</b>		
V: Volumen de lixiviado	308	m <sup>3</sup> /mes
A: Área superficial de la zanja	1	meses
<b>L: Longitud de zanjas</b>	<b>307,97</b>	<b>m</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Del cálculo realizado se obtiene una longitud de zanjas de 307,98 m. La pendiente del terreno nos permite obtener pendientes mayores al 2 %, la cual es la pendiente mínima para considerar en los drenes. Las dimensiones del pozo de lixiviados se describen en la siguiente tabla:

**TABLA N° 18: DIMENSIONES DEL POZO DE LIXIVIADOS**

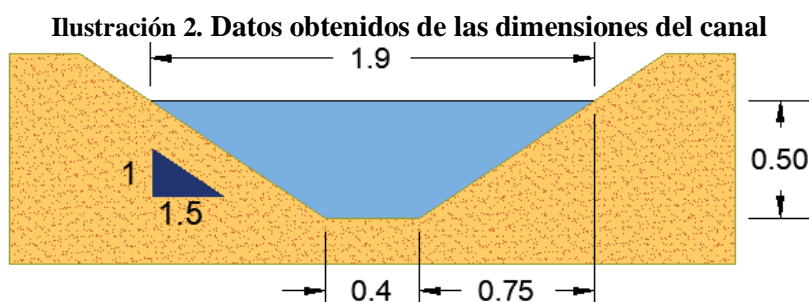
<b>DIMENSIONES DEL POZO</b>	Largo	<b>20,00</b>
	Ancho	<b>11,00</b>
	Profundidad	<b>1,50</b>
VOLUMEN QUE CUBRE		330,0 m <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 4.10. Sistema de Drenaje Pluvial

Para el diseño de este drenaje se utilizó el caudal calculado de 0,15 m<sup>3</sup>/seg. Se tomará como dimensiones a usar una base  $b=0,4$  m y un tirante  $y=0,5$ , para obtener el área mínima de 0,55m<sup>2</sup>.

El canal cuenta con una sección trapezoidal, con un talud de 1:1,5, según lo descrito en [20] para un terreno que presente Tierra Arenosa, así mismo se tomara la pendiente mínima de 2%.



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.11. Generación de Gases

##### 4.11.1. Cálculo de Producción de Gas:

El porcentaje de producción de gas con respecto del total de basura generada al año es del 1,42%.

**TABLA N° 19: CÁLCULO DE PRODUCCIÓN DE GAS**

CALCULO DE PRODUCCIÓN DE GAS		
<b><math>G_{max} = 1.868 * C_{org} * (0.014T + 0.28) * (1 - 10^{-kt})</math></b>		
C <sub>org</sub> : contenido orgánico de basura	10%	%
T: Temperatura dentro del cuerpo de basura	30	°C
K: Constante de Biodegradación	0,05	
<b>G<sub>max</sub> =</b>	<b>1,42%</b>	<b>%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Del porcentaje total obtenido de producción de gas, existe un porcentaje que es eliminado durante el proceso de biodegradación aeróbica, reemplazando los datos se obtiene que el porcentaje de carbón orgánico que no se convierte en gas es del 0,52%, lo cual se presenta en la tabla N°20.

**TABLA N° 20: PORCENTAJE DE CARBÓN ORGÁNICO QUE NO SE CONVIERTE EN GAS**

<b>PORCENTAJE DE CARBON ORGANICO QUE NO SE CONVIERTE EN GAS</b>	
<b><math>G = G_{max} * f_{a0} * f_a * f_o</math></b>	
fa0: Factor de pérdidas Iniciales	80%
fa: Porcentaje de carbón orgánico que se transforma en gas	70%
fo: Factor de optimización	65%
<b>G =</b>	<b>0,52%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.11.2. Drenaje del Gas del Relleno

Para el presente proyecto se considerará un drenaje pasivo con chimeneas, bien compactado y con cobertura diaria suficiente, para el cual se considera de 30 a 60% de gas de relleno que se puede captar.

##### 4.11.2.1. Drenaje Pasivo con Chimeneas

Para implementar un sistema de drenaje pasivo con chimeneas estas se deben construir durante la etapa de operación del relleno sanitario, de esta manera se aprovechará que el gas se desvíe de manera horizontal hacia la otra chimenea, evitando así la eliminación de gas no controlada. Para el proyecto se considerará hacer uso de la jaula de malla con los puntales de madera, debido a la disponibilidad de madera en la zona.

**TABLA N° 21: REQUERIMIENTOS A CONSIDERAR PARA LA CONSTRUCCION DE LA CHIMENEA**

<b>PARÁMETRO</b>	Chimenea construida de malla con puntales de madera
<b>ANCHO DE CHIMENEA</b>	0,5 m
<b>MATERIAL DE CONSTRUCCION</b>	<b>PUNTALES:</b> Madera (De preferencia eucalipto) <b>MALLA:</b> De acero, distancia entre alambres < 2 cm
<b>MATERIAL PARA LLENAR</b>	Grava sin cal, para evitar la descomposición de la piedra.
<b>DIMENSIONES DE PIEDRAS</b>	Se deben usar piedras con diámetros menores a 16 cm
<b>DISTANCIA CHIMENEAS</b>	30 m de separación para rellenos manuales

**Fuente:** Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales – Municipalidad de Loja

## 4.12. Diseño de Vías de Acceso

Se diseñaron las vías internas considerando el diseño de un pavimento rígido debido a que el este tiene una vida útil más larga en comparación con el pavimento asfáltico, además que resiste sin sufrir deterioros los derrames de combustibles, los efectos de la intemperie y proporcionan un buen drenaje superficial para el agua de lluvia al no deformarse ni encharcarse las superficies de concreto, así como una mejor transitabilidad en pendiente para los autos que transitan por las vías del relleno.

### 4.12.1 Variables

#### a) Análisis del Tráfico y Cálculo del ESAL

Se consideró como vida útil un total de 20 años para el diseño del pavimento rígido, para el proyecto se adoptó un ESAL mínimo proyectado de 100000.

#### b) Serviciabilidad

Serviciabilidad final, usaremos el valor de:  $\Delta PSI=2.25$

#### c) Transferencia De Cargas (J)

Para el proyecto se diseñará un pavimento de concreto simple sin dispositivos de transferencia de carga y bermas de concreto, se adoptó el valor de 3.8.

#### d) Módulo de Ruptura (Mr)

Para el diseño de este pavimento se tomó el valor como si fuese el de una zona urbana secundaria 597.4 psi.

#### e) Módulo de Elasticidad (Ec)

El módulo de elasticidad del concreto obtenido es el siguiente:  $E_c=57000(2987)^{(0.5)}=3115246.86 \text{ Psi}$

#### f) Módulo de reacción del Suelo

Para el CBR obtenido en el ensayo de Proctor en la zona se obtuvo lo siguiente para la sub-rasante: (K) de  $7.1 \text{ Kg/cm}^3 = 71 \text{ MPa/m} = 257 \text{ PCI}$ .

#### g) Coeficiente de Drenaje

Para este diseño se tomó  $C_d=1.05$ .

#### h) Coeficiente de Desviación Estándar ( $S_o$ )

Se considero una desviación estándar de  $S_o=0.35$  en promedio.

#### i) Coeficiente de Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ )

Teniendo en cuenta una viabilidad de cierta importancia para el ingreso de vehículos a la planta de tratamiento de residuos sólidos se considera usar un valor de confiabilidad  $R=90\%$ .

#### 4.12.2 Obtención del espesor de la Losa de Concreto

Se hizo uso del Método AASHTO para el cálculo del espesor del pavimento rígido. Los datos de entrada se presentan en la TABLA N°22.

**TABLA N° 22: DATOS DE ENTRADA PARA EL CÁLCULO DEL ESPESOR**

<b>Módulo de reacción del Suelo</b>	257 PCI
<b>Módulo de Elasticidad</b>	3115246.86 PSI
<b>Módulo de Ruptura</b>	597.94 PSI
<b>Transferencia de Carga</b>	3.8
<b>Coefficiente de Drenaje</b>	1.05
<b>Serviciabilidad Inicial</b>	4.5
<b>Serviciabilidad Final</b>	2.25
<b>Serviciabilidad</b>	0.9
<b>Confiabilidad</b>	-1.282
<b>Desviación Estándar Normal</b>	0.3
<b>ESAL</b>	100000

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.12.3 Espesores Calculados para el Pavimento Rígido

El espesor de losa obtenido es menor al exigido por la norma, por lo que se consideró el espesor de 6" = 15 cm. El espesor de subbase considerado es de 6" = 15 cm.

#### 4.13. Obras Complementarias

Dentro del diseño de obras complementarias como distribución funcional del área de la infraestructura se encuentran instalaciones auxiliares como:

##### a) Caseta de control y Vigilancia

La infraestructura cuenta con una caseta de control y vigilancia, la cual tiene un área de 6.967 m<sup>2</sup>.

### b) Oficina administrativa, almacén y área común

La infraestructura cuenta con 3 módulos de concreto distribuidos para la implementación de la oficina administrativa, la cual cuenta con un área de 30 m<sup>2</sup>, un almacén que cuenta con un área de 65 m<sup>2</sup> y el área común que se distribuye en espacios para dispensa, cocina, comedor, baños y vestuarios con un área total de 93.5 m<sup>2</sup>.

### c) Instalaciones Sanitarias

La infraestructura cuenta con el servicio de agua fría, cuyo sistema de almacenamiento es un sistema indirecto el cual cuenta con una cisterna, bomba y tanque elevado para su distribución. El resumen de las especificaciones se describe en la siguiente tabla:

**TABLA N° 23: RESUMEN DE ESPECIFICACIONES AGUA FRIA**

Potencia de Bomba =	1 HP
Qb =	1.87 lts/seg
ADT =	11.179 m
Ø Impulsión =	1 1/2"
Ø Succión =	2"
Ø Conexión =	3/4 "

**Fuente:** Elaboración propia

Para el sistema de desagüe se consideró su disposición y tratamiento a través de un sistema de tanque séptico y lechado de lodos.

### d) Instalaciones Eléctricas

Para las instalaciones eléctricas se consideró un sistema que incluye: 5 tableros: TSG, ST-1, ST-2, ST-3 y T-PESAJE, el sistema de alumbrado y tomacorriente, y el sistema de interconexión General. Para el alumbrado de la zona de vigilancia del relleno se consideraron reflectores con panel solar para reducir el consumo de energía eléctrica.

## V. Conclusiones

- Se logro el diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos municipales en el distrito de Bellavista, Cajamarca, lo que permitirá reducir problemas como: la aparición de focos infecciosos causantes de enfermedades, la aparición de roedores e insectos, la contaminación ambiental, entre otros.
- Se obtuvieron las características del terreno donde se diseñará la infraestructura a través de estudios básicos, dentro de los cuales se encuentran: el estudio topográfico, obteniendo una pendiente longitudinal de 2,57% y una transversal de 2,97% pertenecientes a un terreno plano de 5,46 hectáreas de extensión; el estudio de mecánica de suelos, obteniendo un suelo arcillo arenoso de baja plasticidad y alta presencia de sulfatos y el estudio hidrológico, de donde se obtuvo una alta presencia de precipitación pluvial, siendo esta reducida solo al área donde se encontrará la infraestructura.
- Se calculó la población proyectada para un periodo de vida útil del proyecto de 20 años, siendo el total de pobladores beneficiarios 18872 habitantes, de igual manera se obtuvo la proyección de la generación per-cápita para el cálculo del diseño de las infraestructuras requeridas en el proyecto, siendo el ppc inicial 0,423 kg/hab/día.
- Se realizó la elaboración del diseño del relleno sanitario obteniendo un área total para la disposición de los residuos sólidos de 10557 m<sup>3</sup>.
- Se elaboro el diseño de la planta de segregación manual, así como el área de compostaje, siendo estas un punto importante del proyecto ya que permitirá la reducción de basura dispuesta en el relleno sanitario y la reutilización de la materia, logrando así generar un menor impacto. Así mismo a través de la implementación de la valoración de residuos se logrará generar ingresos al proyecto que pueden permitir su sostenibilidad y mantenimiento.
- Se elaboro el diseño de las obras complementarias dentro de las cuales se encuentran: el área administrativa, área común, almacén y baños, caseta de registro y caseta de vigilancia, así como servicios de agua y saneamiento, La instalación de estas permitirá el mejor y más eficiente trabajo, así como un buen ambiente y facilidades para los trabajadores debido a las áreas destinadas para alimentación, vestuarios.
- Se considero un sistema de recirculado de lixiviados, lo que disminuirá el área de disposición y tratamiento de los mismos.
- Se realizo el diseño de las rutas internas de la infraestructura, lo que permitirá el mejor manejo para descarga y disposición de los residuos, se diseñaron de pavimento rígido.

- Se realizó la evaluación de impacto ambiental para las diferentes etapas de duración del proyecto (construcción, operación y cierre), para lo que se implementaron medidas preventivas, de mitigación, planes de seguridad, salud, contingencias y de monitoreo, permitiendo así que el proyecto sea más sostenible ambientalmente.
- Se realizó el presupuesto y cronograma del proyecto, obteniendo un monto total de S/ 6 827 382.92, lo cual se desarrollará en un total de 230 días calendario.
- Con la implementación de este proyecto los pobladores podrán vivir en un ambiente más limpio y saludable, lo que permitirá mejorar su calidad de vida, por lo que se espera además que la población se vea beneficiada social y culturalmente, dando también una cultura de segregación, aprovechamiento y buen manejo de sus residuos.
- El proyecto permitirá generar empleo durante sus diferentes etapas (construcción, operación y cierre), produciendo así un crecimiento económico.

## VI. Recomendaciones

- Se recomienda verificar el crecimiento poblacional haciendo uso de los diferentes métodos existentes, así como la recolección de diferentes fuentes de toma de datos para una mejor precisión en el cálculo.
- Se recomienda realizar un estudio de caracterización cada 2 años, para obtener la variación de la generación per cápita del distrito de Bellavista.
- Se deberá considerar dentro del plan de gestión la segregación en la fuente, así como un análisis de rutas para poder llegar a todos los puntos de recolección y minimizar tiempos y costos de transporte.
- Del análisis de sulfatos y cloruros solubles en suelos y agua subterránea se obtuvieron porcentajes para sulfatos de 0,11% lo que significa que se tiene una exposición moderada, por lo que se recomienda hacer uso de un cemento anti-salitre (MS).
- Se recomienda aprovechar la aparición de gases a través de sistemas tales como la producción de energía eléctrica, de igual manera se podría generar un sistema para que estos gases sean usados para los trabajos de cocina, calentadores de agua, entre otros, logrando así que se reduzcan costos en energía eléctrica y gases haciendo que el proyecto sea autosostenible.
- Se recomienda gestionar la implementación de servicios de luz y agua de la red principal debido a que la infraestructura se abastecerá de los mismos.
- En caso no se pueda contar con el servicio de agua de la red principal se recomienda hacer uso de un camión cisterna inter diario para el abastecimiento.

## VII. Referencias.

- [1] E. Röben, Manual de Compostaje Para Municipios, Loja, 2002.
- [2] M. d. Ambiente, Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado, Lima , 2008.
- [3] M. d. Ambiente, Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, Lima, 2008.
- [4] J. Jaramillo, GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES, Medellin, 2002.
- [5] I. G. H. A. Boñón, «Geomorfología - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA,» Cajamarca, 2010.
- [6] M. V. Bejar, Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos en Cuencas Hidrográficas, 2002.
- [7] G. Tchobanoglous, H. Theisen y S. A. Vigil, Gestión Integral de Residuos Sólidos, Madrid: MacGraw Hill, 1994.
- [8] E. R. D. I. M. d. Loja, Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales, Loja, 2002.
- [9] A. Saez, «Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe,» Omnia, n° 121, 2014.
- [10] Senamhi, «Senamhi,» [En línea]. Available: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=descarga-datos-hidrometeorologicos..> [Último acceso: 2019].
- [11] V. Conesa Fernández Vitora, Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Madrid: Mundiprensa, 2010.
- [12] M. Guzmán Chávez y C. H. Macías Manzanares, «El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México,» Estudios Sociales, 2012.
- [13] I. N. d. E. e. I. INEI, «INEI,» [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/c-residuos-10291/>. [Último acceso: 19 Septiembre 2018].
- [14] MINAM, Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, Lima, 2011.

- [15] MTC, «MTC,» [En línea]. Available: <http://transparencia.mtc.gob.pe/idm/NORMASIndice.aspx>. [Último acceso: 2018].
- [16] PLANRES, «Plan Nacional de Gestion Integral de Residuos Solidos,» Lima, 2016.
- [17] A. Sáez y J. A. Urdaneta G., «Manejo de residuos sólidos en América Latinay el Caribe,» Omnia, p. 121, 2014.
- [18] SINIA, «SINIA,» [En línea]. Available: <http://sinia.minam.gob.pe/normas/buscar>. [Último acceso: 2019].
- [19] S. Valdivia Mercado, Instrumentos de Gestión Ambiental para el Sector Construcción, Lima: Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009.
- [20] A. R. Felices, Hidraulica de Tuberias y Canales, Lima: UNI, 2010.
- [21] «Ley N° 28611, Ley General del Ambiente,» 2005.
- [22] «Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización.,» 2016.
- [23] «Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades,» 2003.
- [24] «Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Solidos,» 2017.
- [25] «Ley N° 29419, Ley que regula a actividad de recicladores,» 2009.
- [26] NORMA E.050 Suelos y Cimentaciones, Lima.
- [27] NORMA E. 060 Concreto Armado, Lima.
- [28] NORMA E.090 Estructuras Metálicas, Lima.
- [29] NORMA E.020 Cargas, Lima.

**VIII. Anexos****Anexo 1: Documentos**

Documento 1: Carta de autorización para acceso a información y permiso para estudios



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE BELLAVISTA

"AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACION NACIONAL"

Bellavista 27 de Septiembre del 2018

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

La municipalidad Distrital de Bellavista – Jaén autoriza a la señorita **CAROLINA MERCEDES ALTAMIRANO CUEVA**, identificada con DNI N° 71788549 para que pueda acceder a la información que habrá en los archivos municipales, documentación existente y autorizaciones o permisos que le competan a la Municipalidad Distrital de Bellavista así como el permiso correspondiente para que pueda realizar estudios como: Levantamientos topográficos, Mecánica de Suelos, Estudios Hidrológicos en la zona de influencia donde se desarrollara el proyecto denominado: "DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018".

Se otorga la presente autorización para los fines pertinentes.

ATENTAMENTE.

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE BELLAVISTA  
  
JUAN H. FERNANDEZ PEREZ  
ALCALDE

## Documento 3: Declaración jurada



# MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE BELLAVISTA

"AÑO DEL DIALOGO Y LA RECONCILIACION NACIONAL"

Bellavista 27 de septiembre del 2018

**SEÑORITA** : Carolina Mercedes Altamirano Cueva  
Estudiante de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental  
Universidad Santo Toribio de Mogrovejo - Chiclayo

**Referencia** : Proyecto de Tesis denominado: "DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018."

De mi especial consideración:

Con el especial agrado me dirijo a usted para expresarle mi cordial saludo a nombre de la comunidad que me honro en representar; al mismo tiempo a través de este medio, en mi calidad de Alcalde de la Municipalidad del Distrito de Bellavista, Manifiestarle que el denominado proyecto "Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de residuos sólidos municipales para el distrito de Bellavista, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, 2018"; no cuenta con código SNIP ni se encuentra en el Banco de proyectos de la Municipalidad Distrital de Bellavista.

ATENTAMENTE.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE BELLAVISTA  
  
 JUAN H. FERNANDEZ PEREZ  
 ALCALDE



"EL AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

**DECLARACION JURADA**

DOCUMENTO NO REDACTADO EN ESTA NOTARIA

Yo, **CAROLINA MERCEDES ALTAMIRANO CUEVA**, identificación con **DNI N° 71788549**, código universitario 131CV43926, con domicilio en la calle Sucre N° 331 – Provincia de Chiclayo, alumna de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, declaro bajo juramento tener conocimiento que el proyecto de tesis denominado **"DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"**, no ha sido ni viene siendo realizado por ninguna persona o institución, sometiéndonos a las sanciones que tiene la Universidad por el cual se firma el presente documento en señal de veracidad.

CONSTANCIA: EL NOTARIO NO ASUME RESPONSABILIDAD SOBRE EL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO.-ART. 100 DE LA LEY DEL NOTARIADO (DECRETO LEGISLATIVO N° 1049).

Chiclayo, Octubre del 2018.

*Carolina Mercedes Altamirano Cueva*



Carolina Mercedes Altamirano Cueva

DNI N° 71788549

CERTIFICO: QUE LA (S) PRESENTE (S) FIRMA (S) CORRESPONDEN (N) A: CAROLINA MERCEDES ALTAMIRANO CUEVA

IDENTIFICADO (S) CON : DNI. 71788549

CHICLAYO, 22 OCT 2018



*Eusebio Diaz Diaz*  
Mg. Eusebio Diaz Diaz  
Abogado - Notario de Chiclayo

*Carolina Mercedes Altamirano Cueva*



## **Anexo 2: Galería fotográfica**

**Fotografía 1: Vista satelital del distrito de Bellavista**



**Fuente: Google Earth**

**Fotografía 2: Presencia de basura cerca a zonas de cultivos**



**Fuente: Propia**

**Fotografía 3: Presencia de aves rapaces en zonas de acumulación de basura**



**Fuente: Propia**

**Fotografía 4: Insuficientes recipientes para la disposición de residuos en el distrito**



**Fuente: Propia**

**Fotografía 5: Estado actual del botadero de Bellavista Viejo**



**Fuente: Propia**

**Fotografía 6: Visita al área destinada para el diseño del relleno sanitario del distrito**



**Fuente: Propia**

**Fotografía 7: Vista satelital del camino de acceso hacia el terreno destinado para el relleno sanitario**



**Fuente: Google Earth**

**ANEXO 3: EVALUACIÓN DE  
IMPACTO AMBIENTAL**

## INDICE

I.	RESUMEN EJECUTIVO.....	58
II.	OBJETIVO .....	61
III.	MARCO LEGAL EXISTENTE.....	61
3.1.	Normativa Ambiental .....	61
3.2.	Normas sobre Evaluación de Impacto Ambiental.....	62
3.3.	Normas sobre Gobiernos Regionales y Locales.....	62
3.4.	Normas sobre el Sector Salud .....	63
3.5.	Normas Técnicas .....	64
IV.	DESCRIPCION DEL PROYECTO .....	64
4.1.	Ubicación .....	64
4.2.	Accesibilidad.....	65
4.3.	Descripción de las Actividades del Proyecto .....	66
4.3.1.	Durante la Etapa de Construcción .....	66
4.3.2.	Durante la Etapa de Operación .....	67
4.3.3.	Durante la Etapa de Clausura.....	68
V.	ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	68
5.1.	Área de Influencia Ambiental Indirecta.....	69
5.2.	Área de Influencia Ambiental Directa.....	69
VI.	LINEA BASE DEL PROYECTO.....	70
6.1.	Descripción Del Medio Físico.....	70
6.1.1.	Climatología.....	70
6.1.2.	Hidrología .....	70
6.1.3.	Geomorfología y Geología .....	71
6.2.	Descripción Del Medio Biológico.....	74
6.2.1.	Flora.....	75
6.2.2.	Fauna .....	76
6.3.	Descripción Medio Sociocultural .....	77
6.3.1.	Población .....	77
6.3.2.	Salud.....	77
6.3.3.	Educación.....	77
6.3.4.	Actividad Económica .....	78

VII. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES .....	79
VIII. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	80
8.1. Identificación de Impactos .....	80
8.1.1. Actividades con Potencial a Causar Impacto .....	80
8.1.2. Componentes del Ambiente Potencialmente Afectables .....	80
IX. EVALUACIÓN DE IMPACTOS .....	81
9.1. Etapa de Construcción .....	81
9.1.1. Impactos al Medio Físico.....	81
9.1.2. Impactos al Medio Biológico.....	81
9.1.3. Impactos al Medio Social .....	82
9.2. Etapa de Operación: .....	82
9.2.1. Impactos al Medio Físico.....	82
9.2.2. Impactos al Medio Biológico.....	83
9.2.3. Impactos al Medio Social .....	83
9.3. Etapa de Cierre.....	83
9.3.1. Impactos al Medio Físico.....	83
9.3.2. Impactos al Medio Biológico.....	84
9.3.3. Impactos al Medio Social .....	84
X. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL .....	84
10.1. Programa de Medidas Preventivas, Mitigadoras y Correctivas .....	84
10.1.1. Posible disminución de la calidad del aire .....	84
10.1.2. Posible contaminación sonora.....	85
10.1.3. Posible disminución de la calidad del suelo.....	85
10.1.4. Alteración del Paisaje.....	85
10.1.5. Consideraciones adicionales.....	85
10.2. Programa de Monitoreo Ambiental.....	86
10.2.1. Ruido Ambiental:.....	87
10.2.2. Calidad del Aire y Emisión de Gases: .....	87
10.2.3. Calidad del Agua Superficial, Subterránea y Lixiviados: .....	88
10.3. Programa de Educación Ambiental.....	89
10.4. Programa de Capacitación Ambiental y Seguridad.....	89
10.5. Programa de Prevención de Pérdidas y Contingencias.....	90
10.6. Programa de Cierre de Obra.....	91
10.6.1. Cierre de Construcción de Obra .....	91

10.6.2. Cierre de Operaciones .....	92
XI. PROGRAMA DE INVERSIONES .....	93
16.1. Matriz de Evaluación de Impacto Etapa de Construcción .....	98
16.2. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental Etapa de Operación .....	99
16.3. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental Etapa de Cierre.....	100
XVII.BIBLIOGRAFÍA.....	101

## **I. RESUMEN EJECUTIVO**

El presente proyecto contempla la elaboración de una infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales del distrito de Bellavista, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

### **UBICACIÓN**

El Distrito de Bellavista está ubicado en el Nor-Este de la Provincia de Jaén, Las coordenadas del distrito son: Latitud Sur: 05°39'59", Latitud Oeste: 78°40'43" y Altitud: 434 m.s.n.m.

El distrito de Bellavista cuenta con una extensión de 870,55 km<sup>2</sup>.

### **OBJETIVO PRINCIPAL**

El objetivo principal es realizar la evaluación de impacto ambiental del proyecto "DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES" a implementar en el distrito de Bellavista, tomando en consideración las etapas que tendrá el proyecto durante la construcción, operación y cierre, realizando diagnósticos ambientales para obtener las zonas que son más susceptibles a sufrir daños ambientales, proponiendo también medidas de mitigación y prevención.

### **DESCRIPCION DEL PROYECTO**

El distrito de Bellavista en la actualidad presenta un problema en el manejo y disposición de sus residuos sólidos, ya que no existe la infraestructura necesaria generándose focos de infección, los cuales generan un malestar y enfermedades en la población.

El presente proyecto consta de la implementación de una infraestructura para la disposición final de los residuos, así como el reaprovechamiento de estos a través de plantas de reciclaje que permitirá darle una valorización a los residuos y el compostaje para que pueda ser utilizado para la fertilización de campos agrícolas, todo esto con la finalidad de minimizar los impactos que se generan por la mala disposición de los residuos en el distrito.

El presente proyecto cuenta con aproximadamente un total de 6 hectáreas de terreno, en las cuales se construirá un relleno sanitario manual y todas las instalaciones necesarias para su funcionamiento óptimo. El proyecto cuenta con las siguientes áreas según exigido en el manual de diseño del MINAM: Área de relleno sanitario (trinchera), área de reciclaje (área de descarga, segregación, almacén), área de compostaje (área de curado, área de refinamiento, rumas de compost), área administrativa, vestidores, duchas, baños, cocina, comedor, almacén, caseta de control, vías de acceso internas, veredas y el área de pesaje, así como los servicios de saneamiento e instalaciones eléctricas.

## **ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA**

El área de influencia ambiental directa es el área destinada para la ubicación de las diferentes infraestructuras, lo cual equivale a 6 hectáreas de extensión, adicionalmente se considerará 200 metros alrededor del límite del proyecto y el área de influencia indirecta está conformada por la localidad, y las áreas que se encuentran alrededor de las vías desde el recojo de los residuos hasta su disposición final en el relleno sanitario.

## **LINEA BASE DEL PROYECTO**

La línea base del proyecto se dividió en 3: la línea base física donde se describe los datos de climatología, temperatura, precipitaciones, geomorfología, hidróloga, entre otros aspectos referentes al medio físico de la zona; la línea base biológica que hace referencia a la zona de vida, es decir la flora y fauna existente; y finalmente la línea base socioeconómica que hace referencia a la demografía, educación, salud, actividades productivas, entre otras.

## **IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS PASIVOS AMBIENTALES**

Las actividades que se realizan durante la operación y cierre del relleno sanitario, principalmente la descomposición de los residuos sólidos trae consigo la aparición de lo que consideraríamos un pasivo ambiental como son los lixiviados, los cuales durante la etapa de operación son controlados con la incorporación de una capa de impermeabilización (geomembrana – arcilla) para impedir su ingreso al subsuelo y que puedan ocasionar impactos negativos en la calidad del agua subterránea.

## **IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Son aquellas actividades del proyecto que durante su ejecución podrían causar un impacto ambiental en el área de influencia del proyecto. Se han considerado dependiendo su etapa de desarrollo las actividades más importantes.

## **EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Son aquellos factores o componentes ambientales que pueden ser afectados durante el desarrollo de las actividades en sus diferentes etapas de construcción, operación y cierre de las diferentes infraestructuras para la disposición final de residuos sólidos del distrito de Bellavista – Jaén.

## **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

De los resultados obtenidos del análisis de las matrices de valoración de impactos ambientales propuestas, se obtuvieron cuáles son los mayores impactos que pueden ser generados y en qué etapas de construcción, operación y cierre para lo que necesitamos generar un plan de manejo ambiental a través de programas o planes que permitan implementarse con el fin de reducir los posibles impactos obtenidos.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

A través de la evaluación se obtuvieron cuáles son los posibles impactos ambientales que se generarán durante las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto, habiéndose encontrado impactos positivos como negativos durante las diferentes etapas, para lo cual se propuso planes de mitigación y prevención para la minimización de impactos negativos presentes.

Se recomienda aplicar las medidas preventivas, mitigadoras y correctivas descritas en la presente evaluación, debido a que estas permitirán reducir los impactos identificados dándole mayor viabilidad al proyecto a implementar.

## II. OBJETIVO

- Realizar la evaluación de impacto ambiental del proyecto “DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES” a implementar en el distrito de Bellavista, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, tomando en consideración las etapas que tendrá el proyecto durante la construcción, operación y cierre, realizando diagnósticos ambientales para obtener las zonas que son más susceptibles a sufrir daños ambientales, proponiendo también medidas de mitigación y prevención.

## III. MARCO LEGAL EXISTENTE

### 3.1. Normativa Ambiental

a) Constitución Política del Perú.

En la constitución política del Perú se detallan los derechos esenciales de la persona humana, como son el derecho a gozar de ambiente adecuado y equilibrado al desarrollo de la vida.

En el Artículo n°02 de la constitución política, se habla sobre el derecho a la paz, descanso y a vivir en un medio ambiente equilibrado.

En su Artículo 66° nos habla sobre los Recursos Naturales renovables y no renovables, que son patrimonio de la nación por lo que se debe manejar las condiciones de su uso.

El Artículo 67° sobre la Política Nacional Ambiental, que promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

b) D.S N° 74-2001-PCM: Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

c) D.S N° 004-2017-MINAM: Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua.

d) D.S N° 011-2017-MINAM: Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Suelo.

e) Ley N° 28611: Ley General del Ambiente.

Indica que los estudios de impacto ambiental son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el medio ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica del mismo.

f) Decreto Supremo N° 004-2018. Reglamento de la ley de Áreas Naturales Protegidas.

g) Ley N° 29763. Ley Forestal y de Fauna Silvestre y sus Reglamentos.

- h) Ley N° 26839: Ley Sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica.
- i) Ley N° 26821: Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los recursos Naturales.
- j) La Ley N° 26631:  
Dicta normas para efectos de formalizar denuncia por infracción de la legislación ambiental. Dicha ley en su artículo 1º, establece que: “la formalización de la denuncia por los delitos tipificados en el título Décimo Tercero del Libro Segundo del Código Penal, requerirá de las entidades sectoriales competentes, opinión fundamentada por escrito sobre si se ha infringido la legislación ambiental”.

### **3.2. Normas sobre Evaluación de Impacto Ambiental**

- a) Ley N° 27446: Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.  
Este dispositivo legal establece un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas a través de los proyectos de inversión.
- b) Consejo Nacional del Ambiente – CONAM.  
El consejo nacional del ambiente creado mediante la ley N°26410 del 22 de diciembre de 1994, es la respuesta del estado a la necesidad de consolidar una política ambiental y organizar un sistema de gestión eficaz para enfrentar los problemas ambientales en el país. Su directorio está integrado por siete representantes: tres del sector público, dos del sector empresarial y uno de los gobiernos regionales y otro de los gobiernos locales.

### **3.3. Normas sobre Gobiernos Regionales y Locales**

- a) Ley N° 27972: Ley Orgánica de Municipalidades.  
“Mediante el cual se presenta cuáles son las funciones de la municipalidad en materia de saneamiento, salubridad y salud, tanto para municipalidades provinciales como la regulación y control del proceso de disposición final de los desechos, así como las funciones de las municipalidades distritales como son el servicio de limpieza pública, la implementación de rellenos sanitarios y el aprovechamiento de los desperdicios.”
- b) Ley N° 27867: Ley Orgánica de Gobiernos Regionales.  
“La presente Ley Orgánica establece y norma la estructura, organización, competencias y funciones de los gobiernos regionales. Define la organización democrática, descentralizada

y desconcentrada del Gobierno Regional conforme a la Constitución y a la Ley de Bases de la Descentralización.”

### 3.4. Normas sobre el Sector Salud

- a) Ley N° 28256: Ley que regula el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.  
La presente Ley tiene por objeto regular las actividades, procesos y operaciones del transporte terrestre de los materiales y residuos peligrosos, con sujeción a los principios de prevención y de protección de las personas, el medio ambiente y la propiedad.
- b) D.S N° 085-2003-PCM: Reglamento de Estandartes Nacional de Calidad Ambiental para Ruido.  
La presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.
- c) D.L. 1065-2016- Ley N° 27314: Ley General de Residuos Sólidos  
La Ley General de los Residuos se basa en la política y principios establecidos en la Ley General del Ambiente. Estable cuales son lineamientos exigibles para su cumplimiento y cuáles son las competencias destinadas a las diferentes autoridades, como el ministerio, sector salud, las diversas municipalidades, sector transporte, así como la tercerización o prestación de servicios para lograr con el cumplimiento de la gestión y control de los residuos.
- d) Ley N° 26842: Ley General de Salud  
Norma los derechos, deberes y responsabilidades concernientes a la salud individual, así como los deberes, restricciones y responsabilidades en consideración a la salud de terceros, considerando la protección de la salud como indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo.
- e) Ley N° 17752: Ley General de Agua  
La cual establece el uso justificado y racional de las aguas o cuerpos de agua a nivel nacional incluyendo las aguas producidas de nevados, glaciares y de las precipitaciones, indicado que las aguas son de propiedad del estado y su dominio es inalienable e imprescriptible, no existe propiedad sobre ellas ni derechos adquiridos sobre ellas, indica además que su uso solo puede ser otorgado en armonía con en interés social y del país.

### 3.5. Normas Técnicas

a) Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Manual:

El Ministerio del Ambiente (MINAM) con la participación de los diferentes sectores que conforman la “Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos”, propuso la ejecución de la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, con la finalidad de facilitar a las municipalidades y empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos (EPS-RS), una herramienta ágil para la implementación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales en el País.

b) Reglamento Nacional de Edificaciones:

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), tiene como objetivo principal normar los requisitos y criterios mínimos para la ejecución y diseño de las habilitaciones urbanas y edificaciones para una mejor ejecución de los proyectos.

c) Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales:

La Municipalidad de Loja propuso este manual para lograr el desarrollo de criterios para el diseño y manejo de rellenos sanitarios, el cual se puede usar para municipios grandes que hacen uso de rellenos mecanizados, como municipios pequeños que disponen de un relleno manual. El documento no incluye el manejo de desechos peligrosos o de demolición.

## IV. DESCRIPCION DEL PROYECTO

### 4.1. Ubicación

El Distrito de Bellavista está ubicado en el Nor-Este de la Provincia de Jaén.

- Las coordenadas del distrito son:

LATITUD SUR: 05°39'59", LATITUD OESTE: 78°40'43" y ALTITUD: 434MSNM.

- El distrito de Bellavista cuenta con una extensión de 870,55 km<sup>2</sup> y tiene los siguientes límites:

- ✓ Por el norte: con la Provincia San Ignacio
- ✓ Por el nor este: con el Distrito Santa Rosa
- ✓ Por el nor oeste con el Distrito de San José del Alto.
- ✓ Por el Este y sureste con la Provincia de Bagua (Región Amazonas).

- ✓ Por el Sur con la Provincia de Bagua.
- ✓ Por el Suroeste con el Distrito de Jaén.
- ✓ Por el Oeste con el Distrito Huabal y las Pirias.

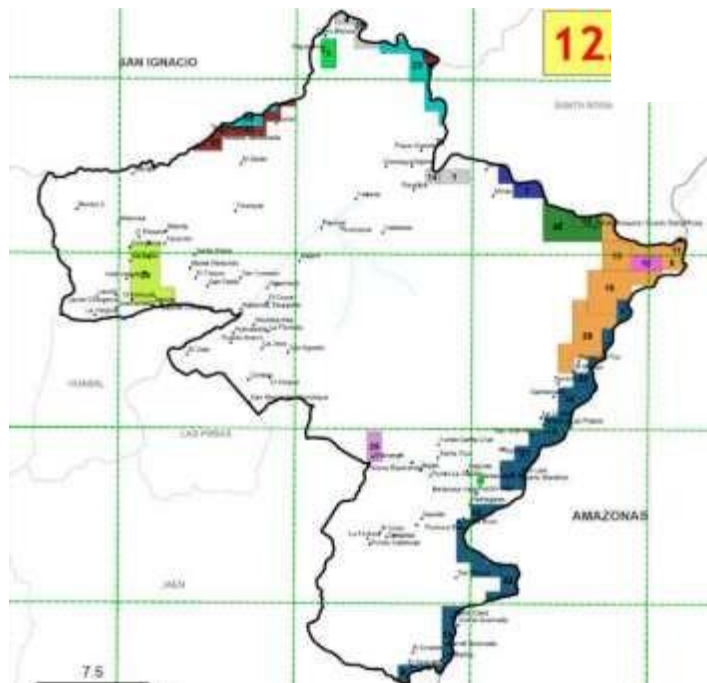


Ilustración 1. Mapa Distrital de Bellavista

#### 4.2. Accesibilidad

La vía principal es el corredor del IV eje vial Chamaya –San Ignacio, encontrándose el Distrito a 18 km de la capital de la Provincia Jaén y a 3km del río Marañón, que lo separa de la Provincia de Bagua, región Amazonas.

El distrito está unido a la mayoría de sus caseríos mediante carreteras o trochas carrozables, las cuales actualmente se mantienen en regular estado, sin embargo, aún existen caseríos en la parte alta de los centros poblados de Vista Alegre y Rosario de Chingama, que no cuentan con este elemental servicio, como: Corazón de Naranjos, Altamisa y México, en el centro poblado Rosario de Chingama y el Palto, San Antonio, Chalaquito, y Agua Bendita en el centro poblado Vista Alegre de Chingama.

El acceso para llegar a la zona donde se ubicará la infraestructura se encuentra a 6 km desde Bellavista Viejo.



Ilustración 2. Vista satelital del camino de acceso hacia el terreno destinado para el relleno sanitario

#### 4.3. Descripción de las Actividades del Proyecto

El proyecto consiste en la implementación de una infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en el distrito de Bellavista, para lo cual es necesario realizar el estudio de impacto ambiental para que el proyecto sea amigable con el medio ambiente.

##### 4.3.1. Durante la Etapa de Construcción

✓ **Trabajos Preliminares.** –

Durante esta etapa se iniciarán los procedimientos de la obra con la limpieza y deforestación, así como la instalación del cerco perimetral para la instalación de guardianía y servicios necesarios para la construcción de la infraestructura. Se considera también la instalación de un cartel de obra.

✓ **Construcción de la Trinchera del Relleno Sanitario.** –

Durante esta etapa de construcción se realizarán diferentes actividades, iniciando con las excavaciones de grandes volúmenes de tierra, así como también la conformación de taludes, nivelación de terreno, excavación para la instalación de geo sintéticos, colocación de capas de suelo para la impermeabilización.

✓ **Construcción de drenaje pluvial.** –

La construcción de drenaje pluvial abarca la formación y perfilado de cunetas, así como su revestimiento y disposición final.

✓ **Construcción de drenaje para lixiviado.** –

Para la construcción del drenaje de lixiviados se realizarán actividades de excavación para las zanjas y drenajes hacia su disposición final. Para la disposición se construirá un pozo para almacenar y recircular los lixiviados producidos durante la etapa de operación, el cual será impermeabilizado.

✓ **Pavimentación y veredas.** –

Esta partida consta de excavaciones y nivelación para la conformación de la base granular, así como también a pavimentación diseñada como pavimentación rígida y las zonas de vereda.

✓ **Construcción de áreas de reaprovechamiento de residuos sólidos.** –

Durante esta etapa de construcción se realizarán actividades de excavación para nivelación de terreno y cimentación de las áreas para el reaprovechamiento de residuos, construcción de las estructuras metálicas e instalaciones.

✓ **Construcción de áreas administrativas y de servicios.** -

Durante esta etapa de construcción se realizarán actividades de excavación para nivelación de terreno y cimentación de las áreas administrativas, construcción de las estructuras e instalaciones.

#### 4.3.2. Durante la Etapa de Operación

✓ **Área de Segregación.** -

Luego de la recolección de residuos sólidos se llevará a cabo la descarga de residuos en el área de segregación para su separación y luego ser destinado a su disposición final. Se debe almacenamiento de residuos Inorgánicos, que serán enviados a la venta como plásticos, vidrios, papel, entre otros.

✓ **Área de Compostaje.** -

Luego de la separación se debe recolectar la materia orgánica para su posterior tratamiento.

Durante su proceso de tratamiento se la descomposición de materia orgánica, donde existe generación de un pequeño porcentaje de lixiviados y gases que son parte para la producción de compost. El producto final obtenido (compost) debe ser almacenado.

✓ **Área de Relleno Sanitario.** –

Los residuos sobrantes pasaran al área del relleno sanitario, el cual consta de los siguientes procesos: Compactación de residuos sólidos: para la reducción de volumen de los

residuos; Colocación de residuos en la trinchera: ubicar los residuos compactados en el área de trinchera destinada; Descomposición de residuos: proceso que se da luego de haber cubiertos los residuos colocados en el área destinada.

✓ **Drenaje de lixiviados.** –

Producción de Lixiviados, dada durante la descomposición de materia orgánica e inorgánica en el área de compostaje y del relleno sanitario. Los cuáles serán almacenados en un pozo para su recirculación y tratamiento.

✓ **Drenaje Pluvial.** –

Recolección de aguas pluviales alrededor del relleno y de las áreas, serán destinados a su disposición final para su tratamiento.

✓ **Instalaciones Sanitarias.** –

Recolección de aguas servidas producidas durante el uso de aparatos sanitarios, serán destinados a su disposición final para su tratamiento.

#### **4.3.3. Durante la Etapa de Clausura**

✓ **Cobertura final y vegetación.** -

Se procederá al cierre del relleno incorporando una capa de cobertura de tierra y una capa de cobertura vegetal.

✓ **Generación de gases.** –

La continua descomposición de los residuos seguirá generando gases, los cuales deben ser controlados después del cierre.

✓ **Generación de lixiviados.** -

La continua descomposición de los residuos seguirá generando gases, los cuales deben ser controlados después del cierre.

✓ **Canales pluviales.** -

Luego del cierre debe seguirse controlando el drenaje de las aguas pluviales y su disposición final.

## **V. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

Las actividades por desarrollar durante la construcción y operación del Proyecto, potencialmente, podrán provocar cambios en las condiciones actuales del ambiente, por lo cual es importante definir el área de influencia ambiental. Cabe señalar que teniendo el área de influencia se determinarán las características de los factores ambientales que podrían ser impactados.

En tal sentido, para el presente Proyecto se ha definido un área de influencia ambiental, la cual se define como el espacio físico-geográfico, socioeconómico y cultural, donde las actividades del Proyecto pueden generar impactos, tanto positivos como negativos.



Ilustración 3. Vista Satelital del Área de Influencia del Proyecto

### **5.1. Área de Influencia Ambiental Indirecta**

Para la evaluación del presente estudio es importante definir el área de influencia ambiental del estudio para poder identificar las características ambientales existentes, y con ello se establecerá una línea base.

El área de influencia indirecta está conformada por la localidad, y las áreas que se encuentran alrededor de las vías desde el recojo de los residuos hasta su disposición final en el relleno sanitario.

### **5.2. Área de Influencia Ambiental Directa**

El área de influencia ambiental directa se define como el espacio físico que es afectado por las actividades del proyecto; para el presente proyecto el área de influencia ambiental directa es el área destinada para la ubicación de las diferentes infraestructuras, lo cual equivale a 6 hectáreas de extensión, adicionalmente se considerara 200 metros alrededor del límite del proyecto. Esta área de influencia está destinada para las etapas de construcción, operación y mantenimiento y la etapa de cierre.

## VI. LINEA BASE DEL PROYECTO

### 6.1. Descripción Del Medio Físico

Se debe considerar que el ambiente del Proyecto se caracteriza básicamente como un ambiente físico (suelo, aire, agua, sedimentos, entre otros) en donde existe y se desarrolla una biodiversidad (flora y fauna), así como un ambiente socioeconómico con sus importancias culturales.

#### 6.1.1. Climatología

En el distrito de Bellavista se ubican muy pocas estaciones meteorológicas, las cuales se encuentran en distritos alrededor de la zona, sin embargo, tomando como referencia las pocas estaciones existentes se realizó un análisis de las principales variables climáticas.

**Temperatura.** – De los datos obtenidos en la Estación Climatológica Jaén, se registra una temperatura mensual mínima que varía de 17.2 17.2 °C a 20.2°C, y la máxima temperatura que varía entre 30.8 °C a 34.2°C. El promedio mensual de la temperatura se encuentra entre los 24,7°C hasta los 26.8°C, obteniendo un promedio anual de 25.9°C.

La Evaporación mensual total registrada en la misma estación se encuentra entre 67.61 mm y 114.81 mm, obteniendo un promedio anual que varía entre los 63.84 mm a 112.93 mm. La Humedad Relativa a nivel mensual varía entre el 69 % a 77 %, registrando los valores más altos los meses de marzo a Julio y a nivel anual se registra un promedio del 74% [9].

TABLA N° 1. TEMPERATURA DEL DISTRITO DE BELLAVISTA - JAÉN

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	25.2	25.2	25.1	25.3	25	24.4	24.1	24.3	25	25	25.5	25.5
Temperatura min. (°C)	19.7	19.9	19.9	19.9	19.7	19.2	19.1	18.9	19.9	19.7	19.9	19.6
Temperatura máx. (°C)	30.7	30.6	30.4	30.8	30.4	29.6	29.1	29.8	30.1	30.4	31.2	31.4
Temperatura media (°F)	77.4	77.4	77.2	77.5	77.0	75.9	75.4	75.7	77.0	77.0	77.9	77.9
Temperatura min. (°F)	67.5	67.8	67.8	67.8	67.5	66.6	66.4	66.0	67.8	67.5	67.8	67.3
Temperatura máx. (°F)	87.3	87.1	86.7	87.4	86.7	85.3	84.4	85.6	86.2	86.7	88.2	88.5

Fuente: Climate data.org.

#### 6.1.2. Hidrología

En la zona Yunga o Alta la disponibilidad es limitada, las pocas fuentes existentes se destinan para uso doméstico, los cultivos todos son bajo secano. La zona baja o Rupa Rupa, tiene como principiantes fuentes hídricas las quebradas Jaén y Shumba, cuyos volúmenes dependen también de las precipitaciones fluviales.

Hay sectores que aprovechan las aguas de los ríos Marañón y Chinchipe, cuyos volúmenes son permanentes, sin embargo, el aumento de los caudales suele generar daños considerables

en los canales de riego, con los consecuentes efectos para los cultivos. En los últimos años los agricultores ubicados en el caserío Sanbimera vienen utilizando el agua del subsuelo para sus cultivos por los daños ocasionados en sus canales a consecuencia de Fenómenos naturales.

**Precipitación Pluvial.** - Para el análisis de la precipitación pluvial en la zona de estudio se tomaron datos referidos a las precipitaciones promedios anuales meteorológicas de cuatro estaciones cercanas a la zona donde se ubicará la infraestructura de disposición final, dos estaciones ubicadas en la Provincia de Jaén: la estación Cascarilla y la estación Pucara; una en el distrito de Utcubamba: la estación El Pintor y una estación en la Provincia de San Ignacio: la estación Chirinos.



**Ilustración 4. Ubicación de las estaciones utilizadas**

### 6.1.3. Geomorfología y Geología

Bellavista presenta una geomorfología de tipo PLANICIE, este tipo de geomorfología representa el 3,16% del total del territorio del departamento de Cajamarca.

#### **Complejo de Terrazas Inundable y no Inundable**

Dentro de sus unidades geomorfológicas Bellavista presenta un tipo Complejo de terrazas inundable y no inundable, esta unidad geomorfológica presenta altitudes de entre 200 y 2150 m.s.n.m. La pendiente dominante fluctúa del 2 al 8%.

Esta geomorfología corresponde a valles interandinos en los que existe que existe terrazas inundables y no inundables ubicados por encima de la llanura o planicie de inundación aluvial y fluvial, originados por depósitos aluviales y fluviales del holoceno como consecuencia del transporte de sedimentos originados de procesos denudaciones y erosivos de las partes altas de las colinas y de las montañas como reflejo del accionar de los agentes geomorfológicos externos; muy excepcionalmente son originados por depósitos fluvioglaciares del pleistoceno [10].



Ilustración 5. Complejo de Terrazas Inundable y no Inundable

### **Llanura o planicie inundable**

Comprende altitudes que van desde 450 hasta los 1000 m.s.n.m. Corresponde al lecho de los ríos, zonas que se encuentran en contacto directo con el río; generalmente es estrecha y de fondo casi plano, en ciertos tramos se presenta de manera escalonada causando turbulencia en forma de torrentes; es susceptible a inundaciones periódicas; en casos excepcionales, donde el espacio es permisible son ocupadas por cultivos sobre todo por arrozales, que principalmente se pueden distinguir en algunos tramos de los ríos Jequetepeque, Huancabamba y Marañón.

Por su morfología los ríos de la vertiente pacífica son ríos juveniles, con mayor pendiente longitudinal, a diferencia de los ríos de la vertiente oriental donde se muestran como ríos encajonados [10].



Ilustración 6. Llanura o planicie inundable

El Distrito de Bellavista, se caracteriza por tener dos pisos ecológicos: La Chala o Rupa Rupa, conformada por el valle arrocero o parte baja y la Yunga o parte alta conformada por los centros poblados de Vista Alegre de Chingama y Rosario de Chingama.

En la Zona Yunga o Alta, el 60% corresponde al suelo árido o suelo con bosques; los primeros tienen pastos naturales sólo en épocas de lluvias, siendo aptos para la crianza de ovinos, así como para la forestación; los segundos favorecen el equilibrio ecológico, así como provee de madera a la población, el 40% de los suelos cultivables son de café u otras especies de auto consumo.



Ilustración 7. Zona Yunga o Alta en el distrito de Bellavista

En la Zona Baja o Rupa Rupa, el 80% del área total se destina al cultivo de arroz y el 20% al cultivo de pan llevar, forrajes, cacao y un área considerable de suelo eriazos que por

falta de agua no pueden ser cultivados, como sucede en una parte de las pampas de Shumba, que pese a ser suelos fértiles carece de riego [10].



Ilustración 8. Zona Rupa Rupa en el distrito de Bellavista

## 6.2. Descripción Del Medio Biológico

En el área de influencia directa del proyecto podemos nombrar las zonas de vida que dominan en el distrito de Bellavista.

La zona alta está conformada por especies maderables, como: cedro y romerillo principalmente, aunque en mínimas extensiones, sin embargo, es un importante recurso para la utilización de la madera como por su función para el equilibrio ecológico.

En la zona baja, predominan especies como el algarrobo y el faique. La fauna está constituida principalmente por especies como el venado que lo encontramos en los campos de la Guayaba, Ticungue, así como en las pampas del caserío Chanango, Rumiaco también existen especies menores en ambas zonas, pero que por la escasa población no adquieren importancia [1].

La zona donde se implementará el proyecto es considerada un Bosque Seco, donde se encuentran las siguientes especies biológicas:

### 6.2.1. Flora

En cuanto a la flora de la zona de estudio esta está conformada por las siguientes especies:

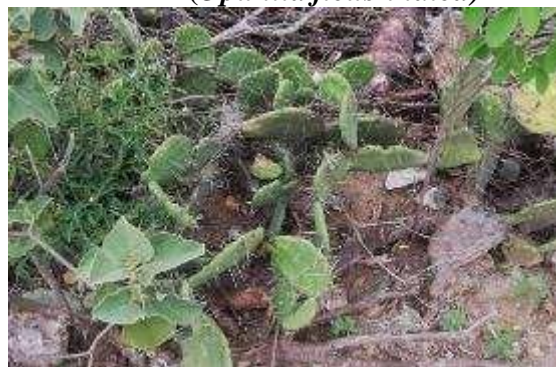
TABLA N° 2. ESPECIES QUE CONFORMAN LA FLORA

ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO
Algarrobo	<i>Caeratonia Siliqua</i>
Faique	<i>Acacia Macracantha</i>
Guarango	<i>Prosopis pallida</i>
Uña de gato	<i>Uncaria tomentosa</i>
Penca de Sábila	<i>Aloe Vera</i>
Cola de Caballo	<i>Equisetum arvense</i>
Nopal	<i>Opuntia ficus-indica</i>
Asiento de suegra	<i>Echinocactus grusonii</i>
Zapote	<i>Pouteria sapota</i>

**Asiento de Suegra**  
(*Echinocactus grusonii*)



**Nopal**  
(*Opuntia ficus-indica*)



**Aloe Vera**



### 6.2.2. Fauna

En cuanto a la fauna de la zona de estudio esta está conformada por las siguientes especies:

TABLA N° 3. ESPECIES QUE CONFORMAN LA FAUNA DE LA ZONA

<b>ESPECIE</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>
Venado	<i>Odocoileus virginianus</i>
Gallinasos	<i>Coragyps atratus</i>
Chiscos	<i>Mimus longicaudatus</i>
Palomas	<i>Columba livia</i>
Tortolas	<i>Streptopelia turtur</i>
Turcas	<i>Pteroptochos megapodius</i>
Iguana Verde	<i>Iguana Iguana</i>
Camaleones	<i>Chamaeleonidae</i>
Osos hormiguero	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>
Zorrillo	<i>Mephitidae</i>
Alacrán	<i>Scorpiones</i>
Colambos	<i>Drymarchon melanurus</i>
Ciempíes	<i>Chilopoda</i>
Lagartijas	<i>Psammmodromus hispanicus</i>
Culebra Verde	<i>Colubridae</i>

#### **Ciempíes** **(Chilopoda)**



### **6.3. Descripción Medio Sociocultural**

#### **6.3.1. Población**

La población de Bellavista al 2007 es de 17,561 habitantes, y comprende 04 municipalidades delegadas y 79 centros poblados entre caseríos, anexos que según la Ley 27795 todo caserío se le denomina centro poblado o asentamientos humanos, según Censo del 2007.

#### **6.3.2. Salud**

##### **HOSPITAL “SAN JAVIER” DE BELLAVISTA**

Aparte de la Capital de la Provincia, Bellavista es el único Distrito que cuenta con un hospital en su jurisdicción. Y ello es una potencialidad reconocida por la población. Esta institución encargada de controlar y prevenir los problemas de salud en la población, así como contribuir a elevar los niveles de salud, de la misma, recibe en sus instalaciones a poblaciones de los otros caseríos del Distrito, lo que pone en evidencia su importancia para la población del Distrito.

En 4 centros poblados del distrito encontramos también centros de salud, de igual manera se han implementado centros en caserios como La Guayaba y Canana, para que los pobladores de estos lugares tengan acceso a mantener un buen estado su salud, sobre todo en el control de enfermedades respiratorias, intestinales, control a gestantes y control y crecimiento madre e hijo, con el programa que da la municipalidad “Crecer Sano”.

##### **Problemática en el Ámbito de Salud**

1. Existen problemas como el estancamiento de aguas servidas y no tratadas, almacenamientos de basura, aniegos, etc., lo cual genera presencia de focos infecciosos. Enfermedades infectocontagiosas (enfermedades de transmisión sexual- etc., y otras enfermedades) no se han registrado.
2. Epidemias (dengue, gripeAH1N1, y otras enfermedades de mayor incidencia) no hay información de alguna enfermedad de este tipo.

#### **6.3.3. Educación**

La Educación es un proceso de aprendizaje y enseñanza socio cultural permanente que se desarrolla a largo plazo y que está orientada a la formación integral de las personas, al pleno desarrollo de sus potencialidades, a la creación de cultura, y al desarrollo de la familia y de la comunidad. Se desarrolla en instituciones educativas y en diferentes

ámbitos de la sociedad.

Que la unidad de gestión educativo local se ubica en la ciudad capital de Jaén por lo tanto no tiene presencia en el Distrito de Bellavista y la atención a las comunidades es tanto deficiente por la extensión y distancia.

El siguiente cuadro muestra el número de instituciones educativas existentes en el Distrito de Bellavista por niveles de formación respecto a Centros Educativos Inicial, Primaria, Secundaria concentrándose ellos en la capital un centro de Estudio de Educación Técnico productivo (CETPRO).

TABLA N° 4. NUMERO DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS SEGÚN LA ZONA

NIVELES	URBANA	RURAL	TOTAL
INICIAL	01	16	17
PRIMARIA	02	40	42
SECUNDARIA	02	09	11
CETPRO	01	00	01

Fuente. Dirección Sub Regional de Educación Jaén

#### 6.3.4. Actividad Económica

Las principales actividades económicas que se desarrollan en el distrito son la agricultura y la ganadería, que llegan a ocupar el 83.1% de la PEA distrital.

Los cultivos prioritarios son:

- a) en la parte baja, arroz (el 74% de la superficie cultivable bajo riego en 1998 y por lo tanto la principal fuente generadora de ingresos para los agricultores), cacao, frutales, forrajes.
- b) en la parte alta, café como actividad predominante, pan llevar y pasto cultivado.

Es notoria la actividad pecuaria en ambos pisos ecológicos, donde se da prioridad a la crianza de vacunos y en menor escala la crianza de animales menores, predominando los caprinos en el valle y ovinos en la parte alta.

## **VII. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PASIVOS AMBIENTALES**

Las actividades que se realizan durante la operación y cierre del relleno sanitario, principalmente la descomposición de los residuos sólidos trae consigo la aparición de lo que consideraríamos un pasivo ambiental como son los lixiviados, los cuales durante la etapa de operación son controlados con la incorporación de una capa de impermeabilización (geomembrana – arcilla) para impedir su ingreso al subsuelo y que puedan ocasionar impactos negativos en la calidad del agua subterránea.

En la etapa de cierre, estos lixiviados continúan siendo producidos por la descomposición de materia, por lo que deben seguir siendo controlados a través de un monitoreo y supervisar que la producción de dichos lixiviados no afectos los ECA (estándares de calidad del agua).

Durante la etapa de cierre a través del monitoreo se realizarán evaluaciones cada año para obtener valores cuantitativos referentes al impacto, las medidas que se tomaran para controlar los impactos que podrían ser producidos dependerá de los niveles de contaminación que se obtengan en el monitoreo.

## VIII. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

### 8.1. Identificación de Impactos

#### 8.1.1. Actividades con Potencial a Causar Impacto

Son aquellas actividades del proyecto que durante su ejecución podrían causar un impacto ambiental en el área de influencia del proyecto.

Se han considerado dependiendo su etapa de desarrollo las actividades más importantes, las cuales se presentan a continuación:

TABLA N° 5. ACTIVIDADES CON POTENCIAL A CAUSAR IMPACTO

ETAPAS	ACTIVIDADES
CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y deforestación.</li> <li>• Excavación para conformación de trinchera.</li> <li>• Excavaciones para pavimentación y cimentaciones.</li> </ul>
OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de Residuos Sólidos.</li> <li>• Almacenamiento de residuos inorgánicos.</li> <li>• Descomposición de residuos sólidos.</li> <li>• Producción de Lixiviados.</li> </ul>
CIERRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cobertura final y vegetación</li> <li>• Generación de gases</li> <li>• Generación de lixiviados</li> </ul>

Fuente. Elaboración Propia

#### 8.1.2. Componentes del Ambiente Potencialmente Afectables

Son aquellos factores o componentes ambientales que pueden ser afectados durante el desarrollo de las actividades en sus diferentes etapas de construcción, operación y cierre de las diferentes infraestructuras para la disposición final de residuos sólidos del distrito de Bellavista – Jaén.

TABLA N° 6. FACTORES AMBIENTALES PONTENCIALMENTE AFECTABLES

MEDIO	FACTORES
FÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire.</li> <li>• Suelo.</li> </ul>
BIOLÓGICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flora.</li> </ul>
SOCIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factor socioeconómico</li> </ul>

Fuente. Elaboración Propia

## IX. EVALUACIÓN DE IMPACTOS

### 9.1. Etapa de Construcción

#### 9.1.1. Impactos al Medio Físico

##### a) **Posible contaminación al Aire:**

- **Partículas en Suspensión:** Al realizar trabajo de excavaciones, limpieza y desbroce se presentará un gran movimiento de tierras que puede generar la aparición de partículas pequeñas de polvo que pueden quedar suspendidas en el aire, afectando a los trabajadores presentes en el proyecto debido al cambio de las condiciones iniciales en el aire, por lo que existe un posible impacto que podría generar problemas respiratorios, oculares, así como alérgicos a los trabajadores.
- **Nivel de Ruido:** Al usar maquinaria pesada para limpieza de terreno, excavaciones y construcción de las diferentes estructuras se puede generar un nivel de ruido elevado, afectando las condiciones de ruido en las que se encuentra el terreno, así también puede afectar la salud de los trabajadores al estar expuestos a altos niveles de ruido.

##### b) **Posible contaminación al Suelo:**

- **Morfología:** La limpieza y deforestación, así como los trabajos de excavación generan una posible eliminación de las capas de conformación del suelo, generando así pérdida en su morfología que presentaba inicialmente el terreno modificando las características del suelo.

#### 9.1.2. Impactos al Medio Biológico

##### a) **Posible disminución de Flora:**

- **Árboles, Arbustos y Follaje:** La deforestación de la zona generara una posible pérdida de vegetación, en su mayoría arbustos y en menor cantidad árboles y follaje generando un impacto negativo.

##### b) **Posible disminución de Fauna:**

- **Aves e Insectos:** Debido a la disminución de flora, se perderá el hábitat de algunas especies que viven en la zona, especialmente de aves e insectos, los cuales deberán buscar una zona de las mismas características en la que puedan habitar. Así también durante el trabajo y uso de maquinarias pesadas debido al ruido, podría espantar las especies que habitan la zona.

c) **Posible disminución de la Calidad Visual:**

- **Paisaje:** Al realizar trabajos de eliminación de vegetación y por la posible pérdida de fauna y especies que habitan la zona, se generará un impacto debido a que se reducirá el paisaje que es propio de la zona. El movimiento de tierras modificará de manera moderada el paisaje natural, se cortará el terreno natural modificando el relieve y las características del paisaje.

**9.1.3. Impactos al Medio Social**

a) **Posible afectación al factor socioeconómico:**

- **Generación de Empleo:** Debido a las actividades que se realizarán durante la etapa de construcción se requerirá de gran cantidad de trabajadores, generando así una oportunidad de empleo, lo cual es un impacto positivo para los pobladores de la localidad.
- **Salud:** Las actividades que se realizarán durante la etapa de construcción tienen una posibilidad de generar daños en la salud de los trabajadores, debido a la exposición de estos a grandes cantidades de polvo, niveles de ruido, trabajos con maquinaria pesada, entre otros.

**9.2. Etapa de Operación:**

**9.2.1. Impactos al Medio Físico**

a) **Posible contaminación al Aire:**

- **Emisión de Gases:** Durante la etapa de operación el proceso de descomposición de los residuos orgánicos para la producción compost generará emisión de gases de efecto invernadero, tales como el metano, así también en el proceso de almacenamiento una vez producido el compost este seguirá descomponiéndose en menor proporción, pero aún se emitirán gases que podrían generar un impacto negativo en el aire.
- **Partículas en Suspensión:** Durante todos los procesos de operación se trabajará con residuos, los cuales, al contar con cierta cantidad de polvo, podría generar la aparición de partículas en suspensión. Desde la descarga de residuos, el tratamiento de residuos orgánicos, la separación de residuos inorgánicos hasta la disposición final de residuos no aprovechables, principalmente en la compactación y colocación de dichos residuos.

b) **Posible contaminación al Agua:**

- **Agua Subterránea:** Debido a la descomposición de materia orgánica, así como la que no puede ser aprovechada dispuesta en el relleno sanitario, se genera la aparición de lixiviado o líquido percolado, el cual al no ser manejado de la manera adecuada podría

generar una contaminación en los cauces de agua subterránea al ingresar a las capas de subsuelo.

c) **Posible contaminación al Suelo:**

- **Calidad del suelo:** En caso mal proceso de construcción o tratamiento de lixiviados, su ingreso al subsuelo podría afectar las propiedades naturales del suelo.

### 9.2.2. Impactos al Medio Biológico

a) **Posible afectación de la Fauna:**

- **Insectos:** La descomposición de materia y el trabajar con residuos sólidos trae consigo la aparición de insectos como moscas. Los diferentes procesos podrían contribuir a la aparición de estos animales en el ambiente.

### 9.2.3. Impactos al Medio Social

a) **Posibles afectaciones en el factor socioeconómico:**

- **Empleo:** Debido a las actividades que se realizarán durante la etapa de operación se requerirá de gran cantidad de trabajadores, generando así una oportunidad de empleo, lo cual es un impacto positivo para los pobladores de la localidad.
- **Salud:** Las actividades que se realizaran durante la etapa de operación tienen una posibilidad de generar daños en la salud de los trabajadores, debido a la exposición de estos a grandes cantidades de polvo, gases, niveles de ruido, trabajos con herramientas manuales, entre otros.
- **Calidad de Vida:** Las actividades que se realizaran durante la etapa de operación podrían generar una mejor calidad de vida en los habitantes de la zona, debido a que se reducirá la cantidad de focos de contaminación por la mala disposición de residuos que existe, generando un posible impacto positivo.

## 9.3. Etapa de Cierre

### 9.3.1. Impactos al Medio Físico

a) **Posible contaminación al Aire:**

- **Emisión de Gases:** Durante la etapa de cierre el proceso de descomposición de los residuos se seguirá dando, lo cual traerá consigo la aparición de gases de efecto invernadero, generando una posible contaminación al aire.

b) **Posible contaminación al Agua:**

- **Agua Subterránea:** Durante la etapa de cierre el proceso de descomposición de los residuos se seguirá dando, lo cual traerá consigo la aparición de lixiviados, los cuales si

no son monitoreados podrían ingresar al suelo y llegar hasta los cauces de agua subterránea.

**c) Posible contaminación al Suelo:**

- **Calidad del Suelo:** Durante la etapa de cierre se sellará el relleno sanitario con una capa de suelo con propiedades características de la zona, por lo que se mejorará la calidad del suelo, generando un posible impacto positivo.

**9.3.2. Impactos al Medio Biológico**

**a) Posible afectación de la Flora:**

- **Arbustos y Árboles:** Durante la etapa de cierre se colocará una cobertura final y vegetación, mejorando e incorporando arbustos y árboles, lo cual podría generar un impacto positivo.

**9.3.3. Impactos al Medio Social**

**a) Posibles afectaciones en el factor socioeconómico:**

- **Salud:** Los trabajos de implementación de una cobertura final y vegetación podrían generar partículas de polvo, así también el monitoreo de gases y lixiviados a los que estarían expuestos los trabajadores podrían generar un posible impacto negativo.

**X. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

De los resultados obtenidos del análisis de las matrices de valoración de impactos ambientales propuestas, se obtuvieron cuáles son los mayores impactos que pueden ser generados y en qué etapas de construcción, operación y cierre necesitamos generar un plan de manejo ambiental.

**10.1. Programa de Medidas Preventivas, Mitigadoras y Correctivas**

**10.1.1. Posible disminución de la calidad del aire**

- Se deberá humedecer las zonas de trabajo para poder reducir la generación de polvo en grandes cantidades.
- El material que será usado para la construcción de las vías de acceso que será transportado se deberá humedecer superficialmente y ser cubierto para minimizar la generación de partículas de polvo y que estas se esparzan.
- No se deberá exceder la capacidad que tenga el vehículo del material transportado para que no ocurran pérdidas de material en el trayecto.

- Los trabajadores deberán usar protectores o mascarillas para las vías respiratorias, así como protección ocular para evitar daños por exposición a estas partículas.

#### **10.1.2. Posible contaminación sonora.**

- Se deberá asegurar que la maquinaria que será utilizada se encuentre en condiciones óptimas y que recibieron mantenimiento para generar el menor ruido posible.
- Se deberá dar protección auditiva a los trabajadores que se encuentren laborando con la maquinaria y cerca de ella para evitar daños por exposición a altos niveles de ruido.

#### **10.1.3. Posible disminución de la calidad del suelo.**

- Se destinará una zona para la disposición de residuos sólidos generados durante la construcción de la obra, para evitar arrojar los residuos directamente al suelo.
- Se deberá demarcar cual es la zona de trabajo destinada para ejecutar las obras proyectadas, para poder minimizar la contaminación de los terrenos o suelos adyacentes al proyecto.
- Se destinará una zona para el suelo que se obtuvo de la excavación de las zonas afectadas, de los materiales excedentes de la obra e instalaciones para poder ser utilizadas en los procesos de recuperación de las áreas.
- Cuando la obra se termine se deberá restaurar las áreas que fueron ocupadas por instalaciones provisionales.

#### **10.1.4. Alteración del Paisaje.**

- Para el diseño se debe considerar el generar el mínimo corte posible de terreno natural, evitando así grandes cantidades de movimiento de tierra.
- El material que se obtuvo de las excavaciones, debe ser acondicionado en un lugar en el que se pueda almacenar para que pueda ser reincorporado cuando se termine de realizar la actividad.

#### **10.1.5. Consideraciones adicionales**

- Se deberá contar con la existencia de silos o pozos sépticos en perfecto funcionamiento con sus respectivas tuberías de infiltración y respiraderos. El número de silos variara de acuerdo con la población de trabajadores y su ubicación debe ser lejana a fuentes de agua.
- La gestión de desechos sólidos, abarcara la ubicación estratégica de recipientes de desechos y la recolección de todo tipo de desechos sólidos y su disposición final en el

relleno sanitario de los campamentos. Los silos y rellenos sanitarios del campamento deben estar diseñados y construidos cumpliendo normas sanitarias y ambientales.

- En la etapa de desalojo de la infraestructura deberán ser dispuestos convenientemente los residuos resultantes del campamento en lugares autorizados y deberá sellarse debidamente los pozos sépticos y rellenos.
- La zona donde se ubicó el campamento tiene que recuperar el inicial paisaje, restableciendo la morfología inicial del terreno.
- El campamento deberá estar correctamente señalizado para evitar accidentes y equipado con extinguidores de incendio y material de primeros auxilios.
- Durante la etapa de operación se deberá considerar el uso obligatorio de EPPs y protección adicional para evitar exposiciones de los trabajadores a la presencia de polvo, ruido, gases y aguas contaminadas.

## **10.2. Programa de Monitoreo Ambiental**

La Vigilancia y control se lleva a cabo con un Plan de seguimiento o monitoreo que consiste en efectuar acciones orientadas a evitar y prevenir las posibles alteraciones que pudieran ocurrir como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

Estará a cargo de la supervisión ambiental del Proyecto, que confirmará el cumplimiento de las Medidas y Programas, evaluando la eficiencia de los trabajos.

Este Plan nos permitirá manejar información más puntual de acuerdo con las modificaciones ambientales que se ocasionen por acción del proyecto, indicando fechas, motivos, magnitud, áreas dañadas y labores necesarias para su rehabilitación.

Teniendo como base el Plan de Monitoreo, se presentará informes periódicos sobre: el estado del personal, el monitoreo de gases, niveles de ruido, niveles de polvo, monitoreo de lixiviados, así como, los problemas colaterales que puedan suscitarse.

Las actividades antes mencionadas serán verificadas por el supervisor ambiental, quien dará cuenta sobre el cumplimiento de la legislación ambiental, e informará a la autoridad correspondiente a fin de efectuar las acciones correctivas y de esa manera controlar que las actividades que se efectúen en el marco de los trabajos del presente proyecto no originen alteraciones ambientales.

### 10.2.1. Ruido Ambiental:

- Se deberá realizar el monitoreo del ruido ambiental durante la etapa de construcción un promedio de 3 veces durante todo el periodo en el que dure la ejecución de la obra, para el cual se brindará informes sobre los niveles de ruido encontrados, así como recomendaciones y medidas de control, para cumplir con los estándares de ruido vigentes en el reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Ruido DS N° 085-2003-PCM.
- Para la etapa de operación se deberá realizar el monitoreo ambiental una vez por año, así como cumplir con los implementos de seguridad que serán requeridos.

CUADRO 1. ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL RUIDO

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	EN $L_{AeqT}$	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente. DS N° 085-2003-PCM.

### 10.2.2. Calidad del Aire y Emisión de Gases:

- Durante la etapa de construcción se deberá realizar monitoreos trimestrales durante todo el periodo en el que dure la ejecución de la obra, para el cual se brindará informes sobre la calidad del aire encontrados, así como recomendaciones y medidas de control, para cumplir con los estándares de calidad del aire vigentes en el DS N° 003-2017-MINAM.
- Durante la etapa de operación y cierre se realizarán monitoreos anuales, se deberán evaluar y considerar lo descrito en el siguiente cuadro.

CUADRO 2. ESTÁNDARES DE CALIDAD PARA EL AIRE

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m <sup>3</sup> ]	Criterios de evaluación	Método de análisis <sup>(1)</sup>
Benceno (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM <sub>2,5</sub> )	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) <sup>(2)</sup>	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 <sub>3</sub> )	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM <sub>10</sub>	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM <sub>10</sub> (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H <sub>2</sub> S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Fuente. DS N° 003-2017-MINAM.

### 10.2.3. Calidad del Agua Superficial, Subterránea y Lixiviados:

- El monitoreo de agua superficial y subterránea se realizará durante la etapa de operación y cierre del relleno sanitario, siendo estos realizados de manera trimestral en los pozos de monitoreo ubicados en los bordes del relleno sanitario.
- Se emitirán informes trimestrales sobre las recomendaciones y medidas que se deberán cumplir de acuerdo con los niveles obtenidos en los diferentes parámetros medidos en el monitoreo.
- Los niveles obtenidos deben cumplir con los Estándares de Calidad del Agua DS N° 004-2017-MINAM, así también no debe exceder de los Límites Máximos Permisibles en el caso de efluentes o aguas tratadas.
- Se realizará un monitoreo durante la etapa de cierre si se encuentra algún afloramiento de los lixiviados en el agua superficial existente, en los mismos puntos de monitoreo usados durante la etapa de operación.
- Los monitoreos durante la etapa de cierre deberán ser realizados una vez al año.

CUADRO 3. LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA EFLUENTES

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente. DS N° 003-2010-MINAM

### 10.3. Programa de Educación Ambiental

Este programa está dirigido principalmente a la población, para la concientización y dándoles a conocer el proyecto, la manera en que se desarrollara y la manera en la que la población formara parte del proyecto, para lo que se propone lo siguiente:

- Implantar charlas periódicas dirigidas a la población sobre el manejo de residuos sólidos, su adecuada disposición antes de ser recolectada e inculcando sobre la segregación en la fuente.
- Repartir volantes, así como material visual con información sobre las horas de recojo para que los pobladores saquen sus residuos a horas fijas y contribuyan con evitar acumulación de basura en la calle y focos de contaminación.
- Repartir volantes, así como material visual con información sobre el proyecto a realizarse, sus beneficios, consecuencias y el aporte que debe brindar la población.
- Informar mediante los diferentes medios de difusión sobre capacitación para el cumplimiento de educación ambiental, así también informar a la población sobre la implementación de la infraestructura de disposición final para un mejor manejo de los residuos en la fuente

### 10.4. Programa de Capacitación Ambiental y Seguridad

Se debe considerar un programa de capacitación y seguridad ambiental para que este esté dirigido principalmente a los trabajadores, dándoles a conocer las normas elementales de higiene, seguridad y comportamiento ambiental.

Como medidas de este plan se propone lo siguiente:

- Impartir charlas periódicas sobre educación ambiental, principalmente a los trabajadores; estas charlas estarían dadas por el responsable de este Programa.
- Implantar charlas periódicas sobre seguridad a los trabajadores, dándoles a conocer los peligros y riesgos que se presentan tanto en la etapa de construcción como operación de la planta.

Se deberán considerar los equipos de protección personal y colectiva de manera obligatoria al personal, como son los siguientes:

- Protección a la cabeza (Casco).
- Protección visual (Lentes).
- Protección de pies (Botas o zapatos adecuados).
- Protección a las manos (Guantes especiales dependiendo del trabajo que se realice).
- Protección respiratoria (Mascarillas de acuerdo con la actividad a realizar).
- Protección del cuerpo (Mameluco, chalecos).
- Protección colectiva (Arnés, andamios, líneas de vida, entre otros).

Todos los trabajadores deberán contar con equipos de protección personal dependiendo de las actividades que realicen, estos equipos deberán estar en buen estado, ser monitoreados de manera regular (cada seis meses) y cambiados en caso presenten algún daño.

Los trabajadores cuentan con duchas y vestidores dentro de la infraestructura para poder cumplir con sus hábitos de higiene y seguridad de los equipos destinados a cada trabajador durante su jornada de trabajo.

### **10.5. Programa de Prevención de Pérdidas y Contingencias**

El programa de prevención de pérdidas y contingencias está destinado para poder enfrentar accidentes que podrían ocurrir al realizar los trabajos durante las diferentes etapas del proyecto: Construcción, Operación y Cierre, así como su prevención y control.

Dentro de este programa se plantea las siguientes medidas:

- Se deberá designar personal compuesto por los mismos trabajadores para poder formar los equipos de contingencias, los cuales deberán estar capacitados para afrontar cualquier tipo de evento que ocurra (incendios, sismos, etc), así como también contar

con el equipo adecuado, el cual debe estar en condiciones óptimas para su uso ante dichas situaciones de emergencia.

- Se deberá capacitar de manera constante al equipo designado especialmente en acciones de primeros auxilios, y conocer las ubicaciones de los equipos y herramientas necesarias.
- Se deberá supervisar constantemente los trabajos que presenten alto riesgo o se realicen con materiales peligrosos.
- Se deberá contar con equipo contra incendios, así como implementos para solucionar problemas de derrames de sustancias químicas, así como una unidad que permita el traslado de personal que haya sufrido algún accidente durante la obra.

## **10.6. Programa de Cierre de Obra**

El objetivo principal del Programa de Abandono es el de restaurar las zonas afectadas y/o alteradas durante las etapas de construcción y operación del relleno sanitario.

La restauración de dichas zonas deberá hacerse bajo la premisa que las características finales de cada una de las áreas ocupadas y/o alteradas, deben ser en lo posible iguales o superiores a las que tenía inicialmente.

Este programa está referido a las acciones y medidas que debe realizarse después de que la Empresa Constructora haya culminado con todas las obras consideradas en el estudio de ingeniería, lo que implica un período de clausura hasta la declaración oficial del cierre y abandono de todas las áreas que fueron utilizadas durante el proceso de rehabilitación.

Se debe realizar la limpieza general de las zonas utilizadas en el proyecto.

### **10.6.1. Cierre de Construcción de Obra**

Para el abandono total o parcial de las obras programadas durante la etapa de construcción se deberá comunicar a la autoridad correspondiente del área de estudio. En éstas deberán estar incluidos las modificaciones o pasos de seguir para dar por terminadas las obras; así como, las medidas que se tomarán y ejecutarán para el retiro de las instalaciones provisionales.

Todas las zonas intervenidas deben ser revegetadas si el caso lo amerita, empleando especies propias del lugar y, acondicionando nuevamente el suelo con tierra agrícola que permita la recuperación del área para el desarrollo de la vegetación y otros usos.

### **10.6.2. Cierre de Operaciones**

El objetivo principal del Programa de Abandono del área es restaurar el área ocupada por el proyecto, hasta alcanzar las condiciones originales después de cumplir con su vida útil, a fin de evitar posibles problemas ambientales a su entorno, que podrían generarse debido al cierre de operaciones de las obras existentes, así como el adecuado control para los pasivos ambientales que se encuentren en la zona.

## XI. PROGRAMA DE INVERSIONES

Programa	Unidad	Metrado	Costo Unitario	Costo total
<b>Etapa de Construcción</b>				<b>S/ 558.854,00</b>
<b>Medidas Preventivas, mitigadoras y correctivas</b>				<b>S/ 140.726,00</b>
<b>Manejo de Residuos Solidos</b>				<b>S/ 2.790,00</b>
Señalización temporal	GLB	1	S/1.500,00	S/ 1.500,00
Disposición de los Residuos (Contenedores)	UND	30	S/43,00	S/ 1.290,00
<b>Manejo de Aguas Residuales</b>				<b>S/ 41.000,00</b>
Instalación de Baños portátiles	GLB	1	S/1.000,00	S/ 1.000,00
Disposición de agua residual	UND	20	S/2.000,00	S/ 40.000,00
<b>Mantenimiento de Equipos, vehículos y maquinaria</b>				<b>S/ 5.000,00</b>
Mantenimiento maquinaria	GLB	1	S/5.000,00	S/ 5.000,00
<b>Medidas de Control de Polvo</b>				<b>S/ 1.500,00</b>
Cobertura de Vehículos	GLB	1	S/1.500,00	S/ 1.500,00
<b>Medidas de Control de Suelo</b>				<b>S/ 90.436,00</b>
Restauración de suelo	GLB	1	S/63.932,00	S/ 63.932,00
Arborización	GLB	1	S/26.504,00	S/ 26.504,00
<b>Programa de Monitoreo Ambiental</b>				<b>S/ 4.020,00</b>
Estación de monitoreo de Aire	UND	2	S/1.410,00	S/ 2.820,00
Monitoreo de Niveles de Ruido	GLB	6	S/200,00	S/ 1.200,00
<b>Programa de Educación Ambiental</b>				<b>S/ 39.000,00</b>
Charlas Informativas	GLB	6	S/4.000,00	S/ 24.000,00
Medios De Difusión	GLB	6	S/2.000,00	S/ 12.000,00
Materiales de información (Volantes, afiches, trípticos)	GLB	6	S/500,00	S/ 3.000,00
<b>Programa de Capacitación Ambiental y Seguridad</b>				<b>S/ 45.000,00</b>
Material educativo	GLB	7	S/2.000,00	S/ 14.000,00
Charlas de Capacación de Educación Ambiental	GLB	7	S/1.500,00	S/ 10.500,00
Charlas de Capacación de Seguridad en Obra	GLB	7	S/2.500,00	S/ 17.500,00
Difusión de los procedimientos de trabajo seguro	GLB	1	S/3.000,00	S/ 3.000,00
<b>Programa de seguridad y salud</b>				<b>S/ 323.908,00</b>
<b>Equipos de protección personal</b>	GLB	20	S/14.995,40	S/ 299.908,00
Casco de seguridad Ajuste. Rueda	und	30	S/9,90	S/ 297,00
Gafas antipolvo	und	30	S/3,25	S/ 97,50
Semi mascara antipolvo 1 filtro	und	30	S/28,05	S/ 841,50
Filtro recambio mascarilla	und	30	S/4,98	S/ 149,40
Mameluco de trabajo poliéster-algodón	und	30	S/55,90	S/ 1.677,00
Traje impermeable	und	30	S/35,25	S/ 1.057,50
Par guantes de látex anticorte	und	30	S/5,90	S/ 177,00
Par guantes resistentes a temperatura	und	30	S/27,50	S/ 825,00
Par de botas altas de agua	und	30	S/17,90	S/ 537,00
Par de botas de seguridad	und	30	S/35,50	S/ 1.065,00

Cinturón portaherramientas	und	5	S/61,90	S/	309,50
Mandil cuero para soldador	und	5	S/30,00	S/	150,00
Chaleco de obras reflectante	und	30	S/29,90	S/	897,00
Conjunto lluvia alta visibilidad	und	15	S/80,00	S/	1.200,00
Equipo para trabajo vertical y horizontal	und	4	S/520,00	S/	2.080,00
Equipo para construcciones metálicas	und	3	S/955,00	S/	2.865,00
Botiquín de urgencia	und	2	S/205,00	S/	410,00
Extintores contra incendio	und	3	S/120,00	S/	360,00
<b>Examen Médico de los obreros</b>	UND	120	S/200,00	S/	24.000,00
<b>Prevención de pérdidas y contingencias</b>				<b>S/</b>	<b>6.200,00</b>
Charlas de Capacitación Brigadas de Emergencia	GLB	1	S/1.200,00	S/	1.200,00
Preparación del sistema de alerta	GLB	1	S/2.500,00	S/	2.500,00
Educación y capacitación del Plan de contingencia	GLB	1	S/2.500,00	S/	2.500,00
<b>Etapa de Operación</b>				<b>S/</b>	<b>417.688,00</b>
<b>Medidas Preventivas, mitigadoras y correctivas</b>				<b>S/</b>	<b>323.488,00</b>
Equipos de protección personal	GLB	20	S/14.995,40	S/	299.908,00
Disposición de residuos solidos	UND	60	S/43,00	S/	2.580,00
Mantenimiento de Maquinaria	GLB	3	S/5.000,00	S/	15.000,00
Señalización	GLB	3	S/2.000,00	S/	6.000,00
<b>Programa de Monitoreo Ambiental</b>				<b>S/</b>	<b>94.200,00</b>
Estación de monitoreo de Gases	GLB	20	S/1.410,00	S/	28.200,00
Monitoreo de Niveles de Ruido	GLB	20	S/200,00	S/	4.000,00
Monitoreo de lixiviado	GLB	20	S/3.100,00	S/	62.000,00
<b>Etapa de Cierre y PostCierre</b>				<b>S/</b>	<b>335.320,00</b>
<b>Medidas Preventivas, mitigadoras y correctivas</b>				<b>S/</b>	<b>100.436,00</b>
Restauración de suelo	GLB	1	S/63.932,00	S/	63.932,00
Arborización	GLB	1	S/26.504,00	S/	26.504,00
Señalización	GLB	5	S/2.000,00	S/	10.000,00
<b>Programa de Monitoreo Ambiental</b>				<b>S/</b>	<b>16.080,00</b>
Estación de monitoreo de gases	GLB	3	S/1.410,00	S/	4.230,00
Monitoreo de lixiviado	GLB	3	S/850,00	S/	2.550,00
Monitoreo de la emisión de gases	GLB	3	S/3.100,00	S/	9.300,00
<b>Programa de Abandono y Cierre</b>				<b>S/</b>	<b>218.804,00</b>
Desinstalación de obras	GLB	2	S/30.000,00	S/	60.000,00
Arborización	GLB	1	S/26.504,00	S/	26.504,00
Restauración del área ocupada	GLB	2	S/25.000,00	S/	50.000,00
Limpieza de terreno	M2	10000	S/6,63	S/	66.300,00
Monitoreo de Niveles de Ruido	GLB	5	S/200,00	S/	1.000,00
Supervisión ambiental	GLB	5	S/3.000,00	S/	15.000,00
			<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/</b>	<b>1.311.862,00</b>

## XII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

PROGRAMA	ACTIVIDAD	ACCION	ETAPA		
			CONSTRUCCION	OPERACIÓN	CIERRE
MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS Y CORRECTIVAS	CALIDAD DEL AIRE	COBERTURA VEHICULOS	X		
		PROTECCION RESPIRATORIA	X	X	X
		PROTECCION VISUAL	X	X	X
	CONTROL DE RUIDO	MANTENIMIENTO MAQUINARIA	X		
		PROTECCION AUDITIVA	X	X	X
	CALIDAD DE SUELO	BASUREROS	X	X	X
		RESTAURACION	X		X
	CONSIDERACIONES ADICIONALES	INSTALACION DE SILOS	X		
		EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL Y COLECTIVA	X	X	X
		SEÑALIZACION	X	X	X
ARBORIZACION		X		X	
MONITOREO AMBIENTAL	LIXIVIADO, GASES	ESTACIONES DE MONITOREO		X	X
EDUCACION AMBIENTAL	MANEJO DE RESIDUOS	CHARLAS INFORMATIVAS	X		
		MEDIOS DE DIFUSION	X		
		VOLANTES	X		
CAPACITACION AMBIENTAL Y SEGURIDAD	EDUCACION AMBIENTAL	CHARLAS DE CAPACITACION	X		X
	SEGURIDAD EN OBRA	CHARLAS DE CAPACITACION	X		X
PREVENCION DE PERDIDAS Y CONTINGENCIAS	BRIGADAS DE EMERGENCIAS	CHARLAS DE CAPACITACION	X		X
	SEGUROS	SEGUROS CONTRA ACCIDENTES	X	X	X
	EQUIPOS DE PROTECCION	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL Y COLECTIVA	X	X	X
		SUPERVISION	X	X	X
CIERRE DE OBRA	CONSTRUCCION	DESINSTALACION DE OBRAS PROVISIONALES	X		X
		ARBORIZACION	X		X
	OPERACIONES	RESTAURACION DE AREA OCUPADA	X		X
	TRABAJADORES	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL Y COLECTIVA	X		X

## XIII. PLAN DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL

Durante esta etapa se debe considerar planes de compensación que permitan regresar a su estado original un área afectada de manera irrecuperable.

Durante la ejecución, operación y cierre del presente proyecto no se han obtenido impactos de gran magnitud e importancia, considerando solamente acciones de mitigación, prevención y corrección para los impactos generados.

#### **XIV. CONCLUSIONES**

De la Evaluación de Impacto Ambiental realizada para el proyecto “DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, CAJAMARCA”, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- A través de la evaluación se obtuvieron cuáles son los posibles impactos ambientales que se generarán durante las etapas de construcción, operación y cierre del proyecto, habiéndose encontrado impactos positivos como negativos durante las diferentes etapas, para lo cual se propuso planes de mitigación y prevención para la minimización de impactos negativos presentes.
- La aparición del proyecto ya mencionado generará como principal impacto positivo el de mejorar la calidad de vida de los pobladores por dos factores: el empleo y la eliminación de focos de infección causados por la acumulación de basura que no cuenta con una buena disposición final.
- Como principales impactos negativos tenemos para la etapa de operación el son la aparición de partículas en suspensión debido al movimiento de tierras y la modificación de la morfología del suelo debido también a las excavaciones y movimiento de tierras, dichos impactos presentan un nivel moderado en magnitud e importancia.
- Durante la etapa de operación se presentan impactos principalmente en la descomposición de materia orgánica e inorgánica con la presencia de lixiviados y gases, los cuales afectan al factor aire y agua (subterránea) principalmente.
- Durante la etapa de cierre encontramos un posible impacto positivo el cual está en la implementación de una cobertura final y vegetación de la zona, de igual manera se encontraron impactos negativos en menor magnitud que se dan en la emisión de gases y en el agua subterránea debido a la aparición de lixiviados y gases durante esta etapa.
- Se propusieron planes que permitan el control adecuado durante las etapas de operación, construcción y cierre en todos los posibles impactos identificados, así como medidas de prevención, monitoreo y concientización para que el proyecto presente el menor impacto ambiental posible.

## **XV. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda aplicar las medidas preventivas, mitigadoras y correctivas descritas en la presente evaluación, debido a que estas permitirán reducir los impactos identificados dándole mayor viabilidad al proyecto a implementar.
- Se recomienda seguir todos los planes de manejo ambiental durante las etapas descritas para que el proyecto se pueda realizar en armonía con el ambiente donde se desarrollara, así como contribuir con el bienestar de los trabajadores y la ciudadanía que se beneficiara con el proyecto.
- Se recomienda durante el proyecto la buena conservación de áreas verdes existentes y tener un buen manejo de los residuos generados por los trabajadores durante las diferentes etapas, así como la continua concientización a los trabajadores y pobladores sobre el manejo de sus residuos para no afectar el medio ambiente presente.

XVI. ANEXOS

16.1. Matriz de Evaluación de Impacto Etapa de Construcción

MAGNITUD Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo			ACCIONES																									SUMA								
			ETAPA DE CONSTRUCCION																									MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO NEGATIVO							
			TRABAJOS PRELIMINARES					DRENAJE PLUVIAL			DRENAJE LIXIVIADOS			PAV. VIAS INTERIORES			AREA RECICLAJE Y COMPOST			AREAS ADMINISTRATIVAS			INSTALACIONES SANITARIAS		INSTALACIONES ELECTRICAS											
			LIMPIEZA Y DEBASTACION	CERRAMIENTO PERIMETRAL	GUARDABANA SERVICIOS	CARTEL DE OBRA	EXCAVACION DE TRINCHERA	NIVELACION DE LA SUPERFICIE	IMPERMEABILIZACION	FORMACION Y PERFILO DE CUNETAS	CUNETA REVESTIDA	EXCAVACION DE ZANJAS	EXCAVACION DE FOSOS	RELLENOS FILTRANTE	INSTALACION DE TUBERIAS	EXCAVACION Y NIVELACION DE TERRENO	BASE GRANULAR	PAVIMENTACION CON CONCRETO	VEREDAS	EXCAVACION PARA CIMENTACIONES	LEVANTAMIENTO DE COLUMNAS	INSTALACION DE CERCIAS METALICAS	ACABADOS	EXCAVACION PARA CIMENTACIONES	LEVANTAMIENTO DE COLUMNAS	INSTALACION DE CERCIAS METALICAS	ACABADOS	EXCAVACIONES	INSTALACION TUBERIAS	INSTALACIONES CA BLEADO						
IMPORTEANCIA																																				
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO FISICO	AIRE	EMISION DE GASES	-3	3	/	/	-4	-2	1	/	/	-2	-2	-2	-2	-3	3	/	-2	-3	3	/	-3	3	/	-2	2	-26	24	-68					
			PARTICULAS EN SUSPENSION	-2	2	/	-1	-1	-5	-3	-3	-2	-2	1	-2	2	-3	-3	-3	-2	-2	-1	-5	3	-3	-3	-2	-3	-2	-3	-3	-70	50	-178		
			NIVEL DE RUIDO	-4	4	-2	-1	-1	-4	-4	-4	-1	-2	-4	-2	-4	-2	-3	1	-3	-4	-4	-2	-4	-2	-4	-2	-2	-2	-3	-3	-2	-2	-84	53	-169
		SUELO	EROSION	-5	3	-3	-2	-1	-1	-5	-4	-3	-2	-1	-3	2	-3	-4	-1	-1	-4	-3	-1	-1	-1	-1	-3	-3	-1	-1	-1	-1	-52	44	-131	
			MORFOLOGIA	-3	4	-5	-2	-1	-1	-5	-4	-3	-2	-1	-2	2	-4	-3	-3	-1	-5	-1	-1	-1	-1	-5	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-66	55	-178	
			ESTABILIDAD	-1	1	-1	-1	-1	-5	-3	-1	-3	-2	-1	-3	-4	-1	-1	-4	-3	-1	-1	-1	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-51	42	-107
	MEDIO BIOLÓGICO	FAUNA	CALIDAD DE SUELO	-1	1	1	1	1	1	4	2	1	2	1	4	3	1	1	4	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-46	42	-70	
			PERMEABILIDAD	/	/	/	/	/	4	4	/	/	1	4	4	1	3	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	13	46	
			ARBUSTOS	-6	6	-3	2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-32	27	-101
		FLORA	ARBOLES	-6	5	-2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-30	25	-90	
			FOLLAJE	-6	5	-2	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-30	25	-90	
			AVES	-6	4	-2	1	-4	4	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-12	10	-43	
	MEDIO SOCIOECONOMICO	FAUNA	INSECTOS	-5	4	-2	1	-4	4	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-5	4	-5		
			ANIMALES TERESTRES	-2	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-5	4	-5	
			PAISAJE	-5	5	-3	2	-3	2	-5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	-31	28	-80	
		MEDIO SOCIOECONOMICO	EMPLEO	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	85	84	255	
			RECREACION	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0	
			SALUD	-2	2	-1	1	-1	1	-1	1	-5	4	-4	4	-3	3	-2	2	-2	2	-3	3	-4	4	-3	3	-1	1	-3	3	-3	3	-58	56	-151
MEDIO SOCIOECONOMICO	CALIDAD DE VIDA	-1	1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	-1	1	-1			
	COMERCIO	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0	0	0			
MAGNITUD (+/-)			-55	-25	-9	-18	-40	-22	-1	-1	-18	-7	-28	-30	-8	-19	-5	-40	-16	-16	-9	-40	-11	-11	-11	-5	-36	-9	-9	-5	-26	-5	-4	-508	593	-1200
IMPORTEANCIA			54	24	12	23	38	21	23	18	13	25	28	19	9	43	24	43	18	18	10	39	14	14	14	9	36	14	14	1	108	10	10	593		
PROMEDIO			-221	-48	-3	-39	-133	-55	20	-22	-13	-52	-72	-5	-1	-140	-49	-35	-5	-129	-14	-14	-14	1	-108	-10	-10	1	-39	-5	0	-1200				

### 16.2. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental Etapa de Operación

MAGNITUD Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo		ACCIONES															SUMA								
		ETAPA DE OPERACIÓN															MAGNITUD (+/-)	IMPORTANCIA	PROMEDIO NEGATIVO						
		AREA SEGREGACION			AREA COMPOSTAJE			AREA RELLENO SANITARIO			DRENAJE LIXIVIADOS		DRENAJE PLUVIAL		L. SANITARIAS										
		DESCARGA DE RESIDUOS	SEGREGACION	ALMACENAMIENTO INORGANICO	RECEPCION MATERIA ORGANICA	PROCESO DE DESCOMPOSICION COMPOST	ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO FINAL	COMPACTACION RESIDUOS	COLOCACION RESIDUOS	DESCOMPOSICION RESIDUOS	PRODUCCION DE LIXIVIADOS	RECICLACION LIXIVIADOS	RECOLECCION AGUAS PLUVIALES	DISPOSICION FINAL DE AGUAS PLUVIALES	RECOLECCION AGUAS SERVIDAS	DISPOSICION FINAL DE AGUAS SERVIDAS									
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO FISICO	AIRE	EMISION DE GASES					-3	3	-1	1										-10	10	-30		
			PARTICULAS EN SUSPENSION	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-4	-4											-14	14	-38
			NIVEL DE RUIDO	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-3	-3			-1	-1								-14	14	-26
	MEDIO FISICO	AGUA	ESCORRENTIA																						
			AGUA SUPERFICIAL																						
			AGUA SUBTERRANEA																						
			CALIDAD DE AGUA																						
	MEDIO FISICO	SUELO	EROSION																						
			MORFOLOGIA																						
			ESTABILIDAD																						
			CALIDAD DE SUELO																						
	MEDIO BIOLÓGICO	FLORA	ARBUSTOS																						
			ARBOLES																						
			FOLLAJE																						
		FAUNA	AVES																						
			PECES																						
			INSECTOS	2	1		1	1		1		2	2									1	11	11	17
			ANIMALES TERESTRES																						
MEDIO SOCIOECONÓMICO		PAISAJE																							
		EMPLEO	3	3	3	3	3	3	4	3					1	3						29	29	89	
		RECREACION																							
MEDIO SOCIOECONÓMICO	SALUD	-2	-2		-2	-1	-2	-2	-2	-1	-1														
	CALIDAD DE VIDA	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
	COMERCIO																								
	MAGNITUD (+/-)	4	3	4	3	1	1	-1	-3	-13	-9	2	2	2	3	5					4	4	89		
IMPORTANCIA	13	12	9	12	14	12	18	16	24	20	5	7	11	4	8										
PROMEDIO	19	16	19	16	10	14	0	-8	-44	-20	11	11	17	12	16										

### 16.3. Matriz de Evaluación de Impacto Ambiental Etapa de Cierre

<b>MAGNITUD</b> Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo  <b>IMPORTANCIA</b> Valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del mismo, así como la			ACCIONES								
			ETAPA DE CIERRE				SUMA				
			COBERTURA FINAL Y VEGETACION	GENERACION DE GASES	GENERACION DE LIXIVIADOS	CANALES PLUVIALES	MAGNITUD (+/-)	IMPORTANCIA	PROMEDIO NEGATIVO		
FACTORES AMBIENTALES	MEDIO FISICO	AIRE	EMISIÓN DE GASES	-1	-6			-7	7	-37	
			PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN	-1	-3			-4	4	-10	
			NIVEL DE RUIDO	-1				-1	1	-1	
	MEDIO FISICO	AGUA	ESCORRENTÍA			-4		-4	4	-16	
			AGUA SUPERFICIAL			-4		-4	4	-16	
			AGUA SUBTERRÁNEA			-4	-2	-6	6	-20	
			CALIDAD DE AGUA					0	0	0	
			EROSIÓN					0	0	0	
			MORFOLOGÍA	-1				-1	1	-1	
	MEDIO FISICO	SUELO	ESTABILIDAD	1				1	1	1	
			CALIDAD DE SUELO	4		-3		1	7	7	
			PERMEABILIDAD	-2				-2	2	-4	
	MEDIO BIOLÓGICO	MEDIO BIOLÓGICO	FLORA	ARBUSTOS	4				4	4	16
				ÁRBOLES	4				4	4	16
				FOLLAJE	4				4	4	16
		MEDIO BIOLÓGICO	FAUNA	AVES	3				3	3	9
				PECES					0	0	0
				INSECTOS	2		2	1	5	5	9
				ANIMALES TERESTRES	3				3	3	9
PAISAJE				3				3	3	9	
EMPLEO				3				3	3	9	
RECREACIÓN								0	0	0	
MEDIO SOCIOECONÓMICO	MEDIO SOCIOECONÓMICO	SALUD	-2	-3	-2	-1	-8	8	-18		
		CALIDAD DE VIDA	3	-2	-2	1	0	9	5		
		COMERCIO					0	0	0		
MAGNITUD (+/-)			26	-14	-17	-1	-6				
IMPORTANCIA			43	14	21	5	83		-17		
PROMEDIO			105	-58	-61	-3	-17				

## XVII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Senamhi, «Senamhi,» [En línea]. Available: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=descarga-datos-hidrometeorologicos..> [Último acceso: 2019].
- [2] M. d. Ambiente, Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, Lima, 2008.
- [3] M. d. Ambiente, Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado, Lima, 2008.
- [4] M. D. d. Bellavista, «Plan Local de Seguridad Ciudadana y Convivencia Social,» Bellavista, 2017.
- [5] I. G. H. A. Boñón, «Geomorfología - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA,» Cajamarca, 2010.
- [6] L. Canter, Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, Santa Fe, Bogotá : Mc Graw Hill, 1999.
- [7] V. Conesa Fernández Vitora, Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Madrid: Mundiprensa, 2010.
- [8] D. Gómez Orea, Evaluación de Impacto Ambiental, Madrid: Mundiprensa, 2010.
- [9] M. Guzmán Chávez y C. H. Macías Manzanares, «El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México,» *Estudios Sociales*, 2012.
- [10] I. N. d. E. e. I. INEI, «INEI,» [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/c-residuos-10291/>. [Último acceso: 19 Septiembre 2018].
- [11] S. Valdivia Mercado, Instrumentos de Gestión Ambiental para el Sector Construcción, Lima: Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2009.
- [12] G. Tchobanoglous, H. Theisen y S. A. Vigil, Gestión Integral de Residuos Sólidos, Madrid: MacGraw Hill, 1994.

**ANEXO 4: ESTUDIO DE  
MECANICA DE SUELOS**

## I. GENERALIDADES

### 1.1. OBJETIVO

Efectuar el levantamiento Topográfico del área en donde se realizará el proyecto de tesis “DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, CAJAMARCA 2018”.

### 1.2. UBICACIÓN

- Departamento: Cajamarca
- Provincia: Jaén
- Distrito: Bellavista

El Distrito de Bellavista está ubicado en el Nor-Este de la Provincia de Jaén, Las coordenadas del distrito son:

- LATITUD SUR: 05°39’59”
- LATITUD OESTE: 78°40’43”
- ALTITUD: 434MSNM.

El distrito de Bellavista cuenta con una extensión de 870,55 km<sup>2</sup>.

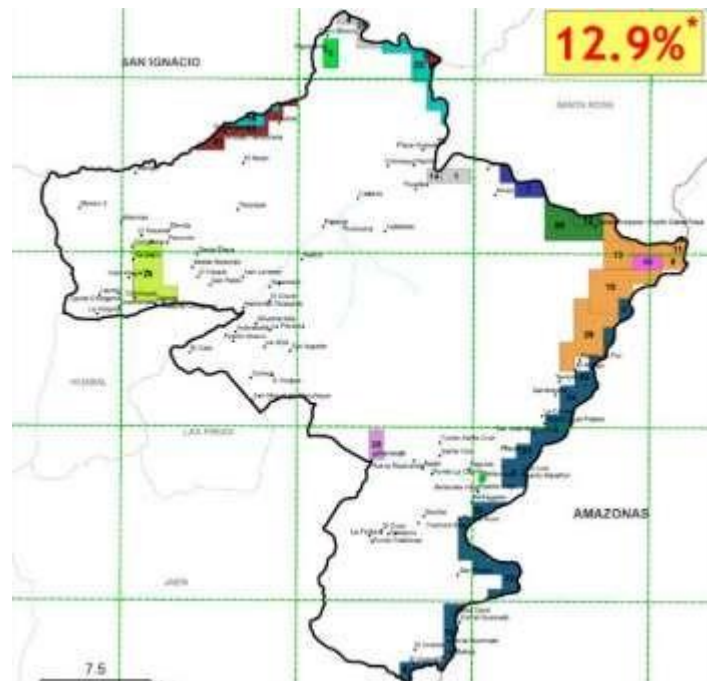


Ilustración 1. Mapa Distrital de Bellavista

### 1.3. ALTITUD DE LA ZONA

La topografía en forma general del Distrito de Bellavista es una zona con pendientes pronunciadas, se encuentra a una altitud promedio de 421 msnm.

### 1.4. CLIMA

Bellavista presenta un clima propio de la selva alta, cálido y húmedo, en la parte baja de unos 35°C frío – templado, en la parte alta la temperatura oscila entre 25°C y 28°C, siendo la época más calurosa entre los meses de octubre a diciembre y la de mayor precipitación, el periodo comprendido entre enero a marzo.

### 1.5. FECHA DE EJECUCIÓN

- Toma de muestras para el estudio de mecánica de suelos: 7 y 8 de abril del 2019.
- Realización de ensayos de mecánica de suelos: 15 de abril – 10 de mayo del 2019.

### 1.6. NORMAS TÉCNICAS

El estudio realizado se encuentra referido principalmente a la Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones (R.N.E.), bajo las normas de la (A.S.T.M.) y (AASHTO), así como la Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Manual.

- a) Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Manual:

El Ministerio del Ambiente (MINAM) con la participación de los diferentes sectores que conforman la “Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos”, propuso la ejecución de la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual, con la finalidad de facilitar a las municipalidades y empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos (EPS-RS), una herramienta ágil para la implementación de infraestructuras de disposición final de residuos sólidos municipales en el País.

- b) Reglamento Nacional de Edificaciones:

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), tiene como objetivo principal normar los requisitos y criterios mínimos para la ejecución y diseño de las habilitaciones urbanas y edificaciones para una mejor ejecución de los proyectos.

## **II. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **2.1. GEOMORFOLOGÍA**

Bellavista presenta una geomorfología de tipo PLANICIE, este tipo de geomorfología representa el 3,16% del total del territorio del departamento de Cajamarca.

Dentro de sus unidades geomorfológicas Bellavista presenta un tipo Complejo de terrazas inundable y no inundable, esta unidad geomorfológica presenta altitudes de entre 200 y 2150 m.s.n.m. La pendiente dominante fluctúa del 2 al 8%.

Esta geomorfología corresponde a valles interandinos en los que existe que existe terrazas inundables y no inundables ubicados por encima de la llanura o planicie de inundación aluvial y fluvial, originados por depósitos aluviales y fluviales del holoceno como consecuencia del transporte de sedimentos originados de procesos denudaciones y erosivos de las partes altas de las colinas y de las montañas como reflejo del accionar de los agentes geomorfológicos externos; muy excepcionalmente son originados por depósitos fluvioglaciares del pleistoceno.

### **2.2. ASPECTOS GEODINÁMICOS**

Del reconocimiento efectuado en áreas adyacentes a la zona del proyecto se concluye que no hay acción geodinámica alguna que represente en riesgo su estabilidad.

La superficie actual del terreno del proyecto está estable y no tiene problemas geodinámicos de inestabilidad. No se percibió problemas estructurales o fallas geológicas que de encontrarse perjudicaría la seguridad del proyecto en obra.

### **2.3. SISMICIDAD**

En la zona de ubicación del área destinada para la infraestructura de disposición final en el distrito de Bellavista – Jaén, tomando como referencia el mapa sísmico del Perú elaborado por el IGP, se registraron sismos de intensidad 4.41 a 5.00 en escala de Richter, con una máxima intensidad sísmica de VII, basado en a escala de MM (Mercalli modificada), registrados durante los años de 1471 al 2008.

La zona de estudio está ubicada en la ZONA 2 del mapa de Zonificación Sísmica del Perú de acuerdo a la Norma Técnica de Edificaciones E.030 – Diseño Sismo-Resistente.

### III. EXPLORACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS

Para la exploración del área del proyecto se ha considerado las especificaciones que nos brinda la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual y mecanizado, para la toma de muestras alteradas e inalteradas, así como las de permeabilidad del terreno destinado para la infraestructura de disposición final de residuos sólidos y sus áreas complementarias. De igual manera se cumplió con los requerimientos mínimos expuestos en la Norma E-030, para profundidad y dimensiones de las muestras.

El método idóneo para el estudio fue el pozo de Reconocimiento: Calicata.

Se realizaron 9 calicatas con una sección variable, en promedio las secciones fueron de 1.50m x 1.50m. con una profundidad de 1.50 m. a 3.00 m en promedio en la zona de estudio como se muestra a continuación.

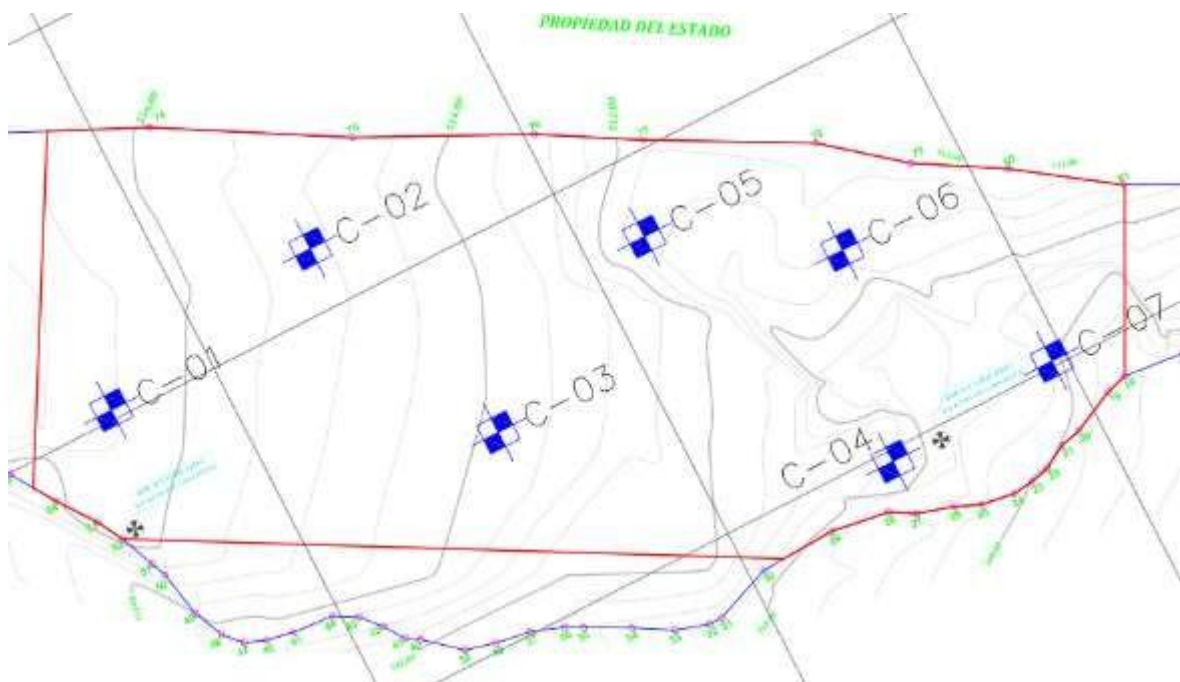
**TABLA N° 1. DESCRIPCIÓN DE LAS CALICATAS**

<b>DATOS CALICATAS</b>		
<b>CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>
C-1	M-1	1,50 m
C-2	M-1	1,50 m
C-3	M-1	0.00 m - 1.00 m
	M-2	1.00 m - 1.50 m
C-4	M-1	0.00 m - 0.70 m
	M-2	0.70 m - 1.50 m
C-5	M-1	0.00 m - 1.10 m
	M-2	1.10 m - 3.00 m
C-6	M-1	0.00 m - 1.30 m
	M-2	1.30 m - 3.00 m
C-7	M-1	0.00 m - 0.70 m
	M-2	0.70 m - 1.50 m
	M-3	1.50 m - 3.00 m

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de las calicatas excavadas se hizo el muestreo de los niveles estratigráficos. Así como también se procedió a la extracción de las muestras alteradas y de muestras de suelos inalterados.

Las muestras sacadas de las calicatas fueron analizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos perteneciente a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y los resultados correspondientes se adjuntan al final del presente informe.



**Ilustración 2. Plano de Ubicación de calicatas en el terreno.**

### **3.1. MUESTRAS ALTERADAS**

Son aquellas en las cuales no se conserva las condiciones naturales o la estructura del mismo estrato. Se debe considerar una muestra alterada por cada hectárea de terreno destinada para el relleno sanitario, se hacen pozos de cielo abierto de 1.5 m de profundidad. También se debe considerar muestras alteradas para la zona destinada para las infraestructuras complementarias.

Las muestras alteradas extraídas serán utilizadas para obtener perfiles estratigráficos a través de ensayos como los de Contenido de Humedad, Limite Líquido y Plástico, Granulometría, así también ensayos de Proctor y CBR.

Se tomaron para el presente proyecto 7 muestras alteradas, de las cuales 3 se encuentran en el área del relleno sanitario, 3 en el área de ubicación de las infraestructuras y 1 en la vía de acceso.

### **3.2. MUESTRAS INALTERADAS**

Las muestras inalteradas son aquellas que son extraídas de tal manera que esta conserve sus características naturales, se debe mantener así también la humedad natural del suelo. Se debe considerar una muestra inalterada en el centro del área destinada para el relleno sanitario. Se debe considerar una muestra inalterada por cada calicata destinada para el análisis del suelo de las infraestructuras complementarias.

Para las muestras inalteradas se obtuvieron 3 muestras, las cuales se ubican en el área donde se encontrarán las infraestructuras.

### **3.3. ENSAYOS DE LABORATORIO**

Con las muestras sacadas de las calicatas efectuadas en el trabajo de campo, se consiguieron en el Laboratorio de la USAT, los parámetros que nos permita deducir las condiciones del proyecto, tales como:

#### **ENSAYOS ESTANDAR**

- ✓ Análisis granulométrico ..... ASTM – D422
- ✓ Límite Líquido ..... ASTM – D423
- ✓ Límite Plástico ..... ASTM – D424
- ✓ Contenido de Humedad..... ASTM – D2216
- ✓ Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea... NTP-339.178
- ✓ Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea... NTP-339.177

#### **ENSAYOS ESPECIALES**

- ✓ Proctor Modificado ..... AASHTO T 180
- ✓ California Bearing Ratio (CBR)... ..... AASHTO T 193
- ✓ Clasificación Unificada de Suelos (SUCS).... ASTM – D2487
- ✓ Permeabilidad de Suelos ..... ASTM – D5084

### **3.4. ENSAYOS PARA LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO**

De los ensayos a ejecutar, se realiza una explicación de estos y los objetivos pertenecientes a cada uno. Hay que resaltar que los ensayos físicos son aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

#### **3.4.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NTP 339.013)**

Este método tiene por objetivo determinar la distribución de los tamaños de las partículas de un suelo por medio del tamizado por diferentes mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200.

El análisis de granulometría da como resultado una curva granulométrica, donde se ve el diámetro del tamiz versus el porcentaje acumulado que retiene el mismo. Se utiliza para determinar el cumplimiento de los requerimientos de las especificaciones que son aplicables.

#### **3.4.2. LIMITE LÍQUIDO (NTP 339.129) Y LIMITE PLÁSTICO (NTP 339.129)**

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para conocer las características del comportamiento de los suelos finos, como la capacidad de ser moldeable que depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa el tamiz N°200, porque es el producto que funciona como ligante.

Cualquier material, por el contenido de humedad que tiene, pasa por tres estados que son: líquido, plástico y seco. Si el agregado tiene determinado contenido de humedad donde se encuentra húmedo a modo que esta no es moldeable, significa que está en estado semilíquido. Y mientras se le va sacando el agua, llega a un momento donde el suelo, sin que deje de estar húmedo empieza a tener una consistencia que permite la moldeabilidad y hacerlo trabajable, es cuando está en el estado plástico.

Después al seguir quitando el agua, tenemos el momento en donde el material pierde la trabajabilidad y se cuarteo cuando se trata de moldearlo, es donde está en un estado semiseco. El contenido de humedad donde el agregado se convierte de estado semilíquido al plástico es el Limite Líquido, mientras que el contenido de humedad se convierte de estado plástico al semiseco es el Limite Plástico.

#### **3.4.3. CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS Y POR EL MÉTODO AASHTO**

Los varios tipos de suelos son caracterizados por el tamaño de sus partículas. Son encontrados normalmente combinados de dos o más tipos de suelos diferentes. La precisión

del rango del tramo de las partículas es mediante la estabilidad del tipo de ensayos para encontrar los límites de consistencia. Uno de los más típicos sistemas de clasificación es el SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), donde se clasifica el suelo en 15 tipos diferentes, según su nombre y por términos simbólicos.

### **3.5. ENSAYO PARA LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO**

Los diferentes ensayos que definen las propiedades mecánicas son los que determinan la resistencia de los suelos el comportamiento de este frente a diferentes solicitaciones de carga.

#### **3.5.1. ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO (NTP 339.013)**

El ensayo de Proctor determina el óptimo contenido de humedad, por lo cual se consigue la mayor densidad seca del suelo mediante una compactación determinada. Este ensayo se realiza previo a usar el agregado en el terreno, con el cual se sabe la cantidad de agua que se debería agregar para tener la mejor compactación del mismo.

Haciendo este procedimiento se sabe la influencia que da el contenido inicial de agua en el suelo en el proceso con el cual se encuentra el valor de fundamental importancia en la compactación lograda. Por consiguiente, a contenidos de humedad creciente, se tienen más altos pesos específicos secos, entonces mejores compactaciones de suelo, pero no siempre es así, sino que cuando pasa la humedad de determinado valor, el peso específico disminuye, resultando ser peores compactaciones de la muestra. En conclusión, para un suelo dado, y usando el procedimiento antes mencionado, existe una humedad inicial que da el máximo peso específico seco que se logra con este procedimiento de compactación.

A mayor contenido de agua menor es la tensión capilar en el agua produciendo que una sola energía de compactación de mejores resultados.

#### **3.5.2. CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR (NTP 339.145)**

El Índice de California (CBR) permite la medición de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, que esté en condiciones de densidad y humedad, ambas controladas.

Se usa en proyectos de pavimentación, ayudándose de curvas empíricas, se da en porcentaje como una razón de carga unitaria que se necesita para golpear un pisón a la misma profundidad en una muestra tipo piedra partida. Los valores de la carga unitaria para las varias profundidades de penetración en la muestra patrón están determinados.

El CBR es el valor que se tiene para una profundidad de 0.1 pulg. Y como el CBR de cualquier agregado varía dependiendo de su grado de compactación y el contenido de

humedad de este, se necesita repetir en el laboratorio las condiciones del campo, por lo cual se requiere un control minucioso.

#### IV. DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA ESTRATIGRAFÍA DE LA ZONA

Con la información tanto de campo como de laboratorio tenemos los resultados de todas las muestras estudiadas las cuales se muestran en la siguiente tabla (Ver TABLA N°2):

**TABLA N° 2. CUADRO RESUMEN DE LA CLASIFICACION DE SUELOS**

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	ANALISIS GRANULOMETRICO
C-1	M-1	1,50 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad
C-2	M-1	1,50 m	Arena pobremente graduada con limo y grava
C-3	M-1	0.00 m - 1.00 m	Arena Arcillosa
	M-2	1.00 m - 1.50 m	Grava bien graduada con arena
C-4	M-1	0.00 m - 0.70 m	Arcilla de Baja Plasticidad Con Arena
	M-2	0.70 m - 1.50 m	Arena limosa con grava
C-5	M-1	0.00 m - 1.10 m	Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad
	M-2	1.10 m - 3.00 m	Arena limosa
C-6	M-1	0.00 m - 1.30 m	Arena Limo Arcillosa con Grava
	M-2	1.30 m - 3.00 m	Grava bien graduada con limo y arena
C-7	M-1	0.00 m - 0.70 m	Arena Limosa
	M-2	0.70 m - 1.50 m	Arcilla Gravosa de Baja Plasticidad Con Arena
	M-3	1.50 m - 3.00 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad

Fuente. Elaboración propia

**TABLA N° 3. CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO**

CALICATA	MUESTRA	HUMEDAD %	LIMITE LIQUIDO %	LIMITE PLASTICO %	INDICE DE PLASTICIDAD	SUCS	AASHTO
C-1	M-1	8,67	33,8	16,04	17,76	CL	A-6(8)
C-2	M-1	2,34	NP	NP	NP	SP-SM	A-1-b(0)
C-3	M-1	8,74	25,83	16,24	9,59	SC	A-4(3)
	M-2	1,67	NP	NP	NP	GW	A-1-a(0)
C-4	M-1	10,44	24,59	15,84	8,75	CL	A-4(9)
	M-2	3,68	22,31	20,59	1,72	SM	A-1-b(0)
C-5	M-1	12,04	27,59	17,84	9,75	CL	A-4(6)
	M-2	3,07	20,34	17,39	2,95	SM	A-2-4(0)
C-6	M-1	5,24	21,58	15,63	5,96	SC-SM	A-2-4(0)
	M-2	2,32	NP	NP	NP	GW-GM	A-1-a(0)
C-7	M-1	7,67	NP	NP	NP	SM	A-4(2)
	M-2	2,34	20,21	10,95	9,26	CL	A-4(5)
	M-3	4,35	24,88	17,4	7,48	CL	A-4(5)

Fuente: Elaboración Propia.

**TABLA N° 4. CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CORTE DIRECTO**

DATOS CALICATAS			Ø	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	qa (Kg/cm <sup>2</sup> )
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD			
C-5	M-2	1,10 m – 3,00 m	23,9	0,158	1,07
C-6	M-2	1,30 m - 3,00 m	22,8	0,135	0,92
C-7	M-3	1,50 m - 3,00 m	24,4	0,127	0,97

Fuente: Elaboración Propia.

**TABLA N° 5. CAPACIDAD DE SOPORTE DEL TERRENO DE FUNDACION**

DATOS CALICATAS			PROCTOR		CBR
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	DENSIDAD SECA (Gr/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	95 % MDS
C-4	M-1	1,50 m	1,786	19,8	25,2

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA N° 6. CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE SALES**

DATOS CALICATAS			CLORUROS	SULFATOS
CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	%	%
C-5	M-2	1.10 – 3.00 m	0,0086	0,0924
C-6	M-2	1.30 – 3.00 m	0,0055	0,1106
C-7	M-3	1.50 – 3.00 m	0,0102	0,0784

Fuente: Elaboración propia.

## V. CONCLUSIONES

- ✓ Se realizaron 7 calicatas según las necesidades de estudio con profundidades entre 1,50 m y 3,00 m, según lo especificado en cada normativa según el uso que se le dará al suelo, tomando como profundidad mínima 1.50 metros.
- ✓ Se realizaron ensayos para conocer las características del suelo para ser usado con fines de relleno, estructuras y vías de acceso.
- ✓ De los ensayos para obtener la clasificación del suelo se obtuvieron tipos como: arcillas arenosas, arenas con limo y grava.
- ✓ De los ensayos para obtener la capacidad admisible se obtuvo un promedio de 0,98 kg/cm<sup>2</sup>, el cual para los casos de diseño de cimentaciones nos da una buena resistencia.
- ✓ De los ensayos para obtener los resultados de capacidad de resistencia del suelo para diseño de vías de acceso se obtuvo un CBR del 25,2%, por lo que se tiene un suelo para subrasante de excelente calidad mayor al 17%.
- ✓ Del análisis de sulfatos y cloruros solubles en suelos y agua subterránea se obtuvieron porcentajes para cloruros de 0,01% por lo que no se requiere protección especial ante el ataque de cloruros, ya que estos son requeridos cuando su presencia supera el 0,2%.
- ✓ No se encontró agua al momento de las excavaciones hasta 3 m de profundidad, según el estudio de selección de área de la municipalidad el nivel freático se encuentra por debajo de los 20 m de profundidad.

## VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda tomar una profundidad de cimentación de 1,10 m a 1,50 m debido a la capacidad admisible que se obtuvo a esta profundidad.
- ✓ Del análisis de sulfatos y cloruros solubles en suelos y agua subterránea se obtuvieron porcentajes para sulfatos de 0,11% lo que significa que se tiene una exposición moderada, por lo que se recomienda hacer uso de un cemento anti-salitre (MS).
- ✓ Se recomienda usar como subrasante el suelo de la zona debido a el porcentaje de CBR que se obtuvo mayor al 17%.
- ✓ Para las demás capas de suelo que sean usadas para las vías se debe obtener suelo que cumpla con las características que requiere la norma por cada capa.

## VII. ANEXOS

### 7.1. PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía 1. Trazo y Ubicación de Calicatas**



**Fotografía 2. Calicata 1**



**Fotografía 3. Profundidad de Calicata 1**



**Fotografía 4. Excavación de Calicata 2**



**Fotografía 5. Excavación de Calicata 3**



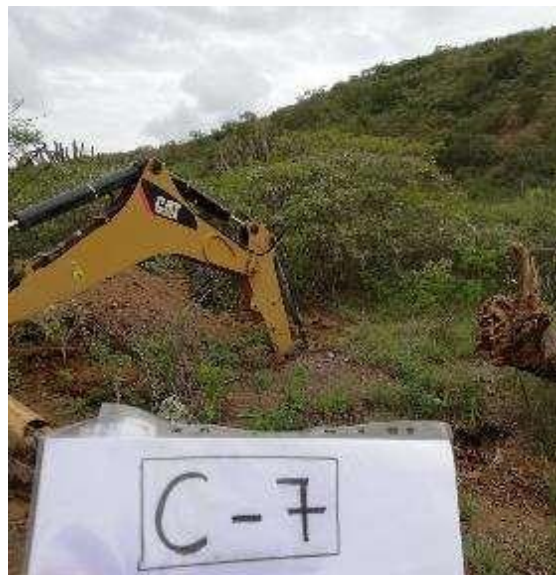
**Fotografía 6. Excavación de calicata 4**



**Fotografía 7. Excavación de calicata 5**



**Fotografía 8. Excavación de calicata 6**



**Fotografía 9. Excavación de calicata 7**



**Fotografía 10. Muestras de suelo que fueron ensayadas**





**Fotografía 14. Lavado de muestras para ensayo de granulometría**



**Fotografía 15. Ensayo de granulometría realizado con tamizado**



**Fotografía 16. Ensayo de límite plástico**



**Fotografía 17. Muestras de ensayo de gravedad Específica**



**Fotografía 18. Ensayo de Proctor**



**Fotografía 19. Ensayo de Corte Directo**

7.2. FORMATOS DE CLASIFICACION DE SUELOS



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 TESTISTA: ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 TESIS: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN,  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 Calicata: C-1 Nivel freático: NO SE ENCONTRO  
 Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad (mts)	Tipo de Excavación	Humedad	Símbolo	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Descripción de la muestra
0,00	A CIELO ABIERTO	9%	[Hatched Pattern]	CL	A-6(8)	Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad  Límite líquido : 33,80% Índice plástico : 16,04%
1,50						

Observaciones: M = Muestra C = Calicata S/M = Sin muestra PG = Piedra Grande

*[Signature]*  
 RIVERA, Obdías Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 TESIS: ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 TESIS: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO  
 Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA  
 EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN,  
 UBICACION: DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN,  
 DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 Calicata: C-2 Nivel Freatico: NO SE ENCONTRO  
 Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO

#### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad (mts)	Tipo de Excavación	Humedad	Símbolo	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Descripción de la muestra
0,00	A CIELO ABIERTO	2,3%		SP-SM	A-1-b(0)	Arena pobremente graduada con limo y grava
1,50						Límite líquido : NP Índice plástico : NP

#### Observaciones:

M = Muestra C = Calicata S/M = Sin muestra

PG = Piedra Grande

Ricardo Oblitas Arroyo  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESQUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 TESISTA: ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA

TESIS: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y  
 DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA  
 EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAÉN,

UBICACIÓN: DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAÉN,  
 DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

Calicata: C-3 Nivel freático: NO SE ENCONTRO  
 Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO

#### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad (mts)	Tipo de Excavación	Humedad	Símbolo	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Descripción de la muestra
0,00	A CIELO ABIERTO	8,7%		SC	A-4(3)	Arena Arcillosa Límite líquido : 25,83% Índice plástico : 16,24%
1,00						1,00
1,50						

#### Observaciones:

M = Muestra C = Calicata S/M = Sin muestra

PG = Piedra Grande

*Rivero Obilias Henry*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 TESISTA: ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA

TESIS: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO  
 Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA  
 EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN.

UBICACIÓN: DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN,  
 DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

Calicata: C-4 Nivel freático: NO SE ENCONTRÓ  
 Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO

#### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad (mts)	Tipo de Excavación	Humedad	Símbolo	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Descripción de la muestra
0,00	A CIELO ABIERTO	10,4%		CL	A-4(9)	Arcilla de Baja plasticidad con Arena Límite líquido : 24,59% Índice plástico : 15,84%
0,70 0,70		3,7%		SM	A-1-b(0)	Arena Limosa Límite líquido : 22,31% Índice plástico : 20,59%
1,50						

#### Observaciones:

M = Muestra C = Calicata S/M = Sin muestra

PG = Piedra Grande

Ricardo Obitas Henr.  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 TESTISTA: ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 TESIS: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 Calicata: C-5 Nivel Freático: NO SE ENCONTRO  
 Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

Profundidad (mts)	Tipo de Excavación	Humedad	Símbolo	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Descripción de la muestra
0,00	A CIELO ABIERTO	12,04%		CL	A-1-b(0)	Arcilla arenosa de baja plasticidad Límite líquido : 27,59% Índice plástico : 17,84%
1,10 1,10						
3,00						

**Observaciones:**

M = Muestra C = Calicata

S/M = Sin muestra

PG = Piedra Grande

*Rivero Obispo*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 TESTISTA: ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 TESIS: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN,  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 Calicata: C-6 Nivel Freático: NO SE ENCONTRÓ  
 Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO

**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

Profundidad (mts)	Tipo de Excavación	Humedad	Símbolo	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Descripción de la muestra
0,00	A CIELO ABIERTO	5,24		SC-SM	A-2-4(0)	Arcilla arcuosa de baja plasticidad Límite líquido : 21,58% Índice plástico : 15,63%
1,30 1,30						2,3%
3,00						

Observaciones:

M = Muestra C = Calicata

S/M = Sin muestra

PG = Piedra Grande

Rivaldeyra Oblitas Jenty  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS  
 Av. San Josémaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 TESISTA: ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 TESIS: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y  
 DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA  
 EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN,  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN,  
 DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 Calicata: C-7 Nivel Freático: NO SE ENCONTRO  
 Tipo de Excavación: A CIELO ABIERTO

#### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Profundidad (mts)	Tipo de Excavación	Humedad	Símbolo	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Descripción de la muestra
0,00	A CIELO ABIERTO	7,7%	(Dotted pattern)	SM	A-4(2)	Arcilla Límosa Límite líquido : NP Índice plástico : NP
1,30		2,3%	(Diagonal lines)	CL	A-4(5)	Arcilla Gravosa de Baja Plasticidad con Arena Límite líquido : 20,21% Índice plástico : 10,95%
1,30		4,4%	(Diagonal lines)	CL	A-4(5)	Arcilla arenosa de baja plasticidad Límite líquido : 24,88% Índice plástico : 17,40%
3,00						

#### Observaciones:

M = Muestra C = Calicata S/M = Sin muestra

PG = Piedra Grande

*Rivadeneyra Obilias Jent*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San José María Escrivá N°655, Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 TESISISTA : AL TAMIRANO CUEVA CARDUNA  
 TESIS : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 Ubicación : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico y índice de plasticidad del suelo  
 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 308.125 - 1984  
 N.T.P. 308.121  
 N.T.P. 308.127 - 1990

Calicata - 1 Muestra: M-1 Profundidad: 0.00m. - 1.50m.

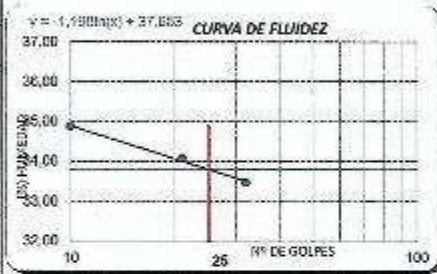
Análisis Granulométrico por tamizado			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado Retenido	Que pasa
3"	75,000	0,0	100,0
2"	50,000	0,0	100,0
1 1/2"	37,500	0,0	100,0
1"	25,000	0,0	100,0
3/4"	19,000	4,7	95,3
1/2"	12,500	4,7	95,3
3/8"	9,500	5,1	94,9
1/4"	6,200	7,6	92,4
Nº 4	4,750	7,6	92,4
Nº 10	2,000	9,8	90,2
Nº 20	0,850	12,5	87,5
Nº 30	0,600	20,6	79,4
Nº 40	0,425	33,1	66,9
Nº 60	0,250	37,4	62,6

Distribución granulométrica			
% Grava	G.G. %	4,7	
% Fina	F.F. %	2,8	7,8
% Arena	A.A. %	2,0	
	A.M. %	1,0	
	A.F. %	20,6	29,8
% Arena y Limo		62,6	82,6
Total		100,0	
Contenido de Humedad		8,67	

Ensayo de Limite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	33,80 (%)
Límite Plástico (LP)	18,04 (%)
Índice Plástico (IP)	17,76 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arenilla arenosa de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO)	A-6 (S)
Descripción	MALO



*[Handwritten Signature]*  
 RIVERA URBINA DENY  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

7.1. FORMATO DE ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO, PLASTICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San José María Escobedo N° 555, Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 TESIS : CAROLINA ALFAMENDO CUEVA  
 TEMA : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 Ubicación : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 ENSAYO : SUELO, Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO, Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS, Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 338.128 : 1998  
 : N.T.P. 338.134  
 : N.T.P. 338.129 : 1998

Caféate - 2 Muestra M-1 Profundidad: 0,00m - 1,50m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	Que pasa
3"	75,000	0,0	100,0
2"	50,000	0,0	100,0
1 1/2"	37,500	0,0	100,0
1"	25,000	0,0	100,0
3/4"	18,750	4,6	95,4
1/2"	12,500	13,1	86,7
3/8"	9,800	22,2	77,8
1/4"	6,200	37,1	62,7
Nº 4	4,750	43,4	56,6
Nº 10	2,000	54,2	45,8
Nº 20	0,850	60,3	39,7
Nº 50	0,300	75,7	24,3
Nº 100	0,150	87,2	12,7
Nº 200	0,075	91,1	9,9

Distribución granulométrica			
% Grava	G.F. %	48,4	
% Arena	A.F. %	47,7	
% Arena y Limo		49,9	
Total		100,0	

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	NP
Límite Plástico (LP)	NP
Índice Plástico (PI)	NP
Clasificación (USCS)	SP-SM
Descripción del suelo	Arena pobremente graduada con limo y grava
Clasificación (ASHTO)	A-1-b (0)
Descripción	

Contenido de Humedad	
	2,34
	BUERO



*[Handwritten Signature]*  
 Rúbrica y Firma de  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOCROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josémaría Escrivá N°825, Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 REGISTRO : ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 TESIS : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 Ubicación : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELO. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 348.125 : 1998  
 : N.T.P. 348.131  
 : N.T.P. 348.127 : 1998

Calicata - 3

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.00m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Que pasa
3"	75,000	0,0	100,0
2"	50,000	0,0	100,0
1 1/2"	37,500	0,0	100,0
1"	25,000	0,0	100,0
3/4"	19,000	0,0	100,0
5/8"	12,500	0,0	100,0
3/8"	9,500	0,2	99,8
1/4"	6,300	1,2	98,8
N° 4	4,750	1,8	98,2
N° 10	2,000	3,8	96,2
N° 20	0,850	8,8	91,2
N° 40	0,425	25,7	74,3
N° 60	0,250	46,9	53,1
N° 100	0,150	52,2	47,8

Distribución granulométrica			
% Grava	G.S. %	S.F. %	A.G. %
	0,0	1,8	2,0
% Arena	A.M. %	A.F. %	
	4,8	65,6	
% Arcilla y Limo		47,8	
Total		100,0	

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	25,83 (%)
Límite Plástico (LP)	16,24 (%)
Índice Plástico (IP)	9,59 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SC
Descripción del suelo	Arena arcillosa
Clasificación (AASHTO)	A-4 (S)
Caracterización	REGULAR-MALO



*[Handwritten Signature]*  
 RIVERA ROSA OBILIAS ANITA  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MORGROVEJO  
 FACULTAD PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San José María Faviola N°855, Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 TESIS : CAROLINA ALTAMIRANO CUEVA  
 TESIS : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 ENSAYO : SU.1.0. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 NORMA DE REFERENCIA : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.  
 : SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, 1a. ed.  
 : N.T.P. 305.126 - 1998  
 : N.T.P. 305.131  
 : N.T.P. 305.127 - 1998

Calicata - 3 Muestra: M-2 Profundidad: 1.00m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Que pasa		
2"	75.000	0.0	100.0	Límite Líquido (LL)	NP
4"	47.500	0.0	100.0	Límite Plástico (LP)	NP
1.18"	37.500	7.7	92.3	Índice Plástico (IP)	NP
75"	25.000	24.9	75.1	Clasificación (S.U.D.S.)	GW
30"	15.000	31.4	68.6	Descripción del suelo	
75"	12.500	41.8	58.2	Grava bien graduada con arena	
38"	9.500	52.0	47.9	Clasificación (AASHTO)	A-1-a (0)
15"	8.500	59.9	40.1	Descripción	BUENO
7.5"	6.750	64.3	35.7		
4.75"	4.750	74.7	25.3		
2.0"	2.000	82.9	17.1		
75" </td <td>0.850</td> <td>91.1</td> <td>8.9</td> <td></td> <td></td>	0.850	91.1	8.9		
425" </td <td>0.425</td> <td>95.4</td> <td>4.6</td> <td></td> <td></td>	0.425	95.4	4.6		
200" </td <td>0.075</td> <td>98.9</td> <td>1.1</td> <td></td> <td></td>	0.075	98.9	1.1		
Distribución granulométrica					
% Grava	G.S. %	31.4			
	G.F. %	32.9	64.3		
	A.G. %	70.4			
% Arena	A.M. %	15.8			
	A.F. %	8.5	32.5		
% Arena y Limo		3.2	32.5		
Total			100.0		
Contenido de Humedad					1.87



*[Handwritten Signature]*  
 RIVERA DE ROSA YUBITAS JERRY  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Jeronimo Leonid N°355, Chiclayo - Peru

ESCUELA  
 TESISTA  
 I.P.215

INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 ALI AMIRANO CUFVA CAROLINA  
 DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION  
 FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA,  
 PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018.

Ubicación:

DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

ENSAYO:

SUELO: Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 SUELO: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 10. ed.

NORMA DE REFERENCIA:

N.T.P. 398.125 : 1999  
 N.T.P. 399.131  
 N.T.P. 398.127: 1995

Calculo - 4

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 0.70m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa
2"	25,400	0,0	100,0
4"	50,800	0,0	100,0
10"	25,400	0,0	100,0
1"	25,400	0,0	100,0
3/4"	19,050	0,0	100,0
1/2"	12,500	0,0	100,0
3/8"	9,525	0,0	100,0
1/4"	6,350	1,3	98,7
N° 10	2,000	3,2	96,8
N° 20	832	5,1	94,9
N° 40	425	3,8	96,2
N° 60	250	13,4	86,6
N° 200	750	19,0	81,0

Distribución granulométrica			Ensayo de Límite de Atterberg	
% Grava	G.S. %	0,0	Límite Líquido (LL)	24,50 (%)
	G.F. %	1,7	Límite Plástico (LP)	15,64 (%)
	A.B. %	1,5	Índice Plástico (IP)	8,70 (%)
% Arena	A.M. %	1,9	Clasificación (S.U.C.S.)	CL
	A.F. %	19,0	Descripción del suelo	Arcilla de baja plasticidad con arena
% Arena y Limo	Total	21,0	Clasificación (AASHTO)	A-4 (B)
	Total	100,0	Descripción	REGULAR-MALO



*[Handwritten Signature]*  
 RIVERA Obdulio Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



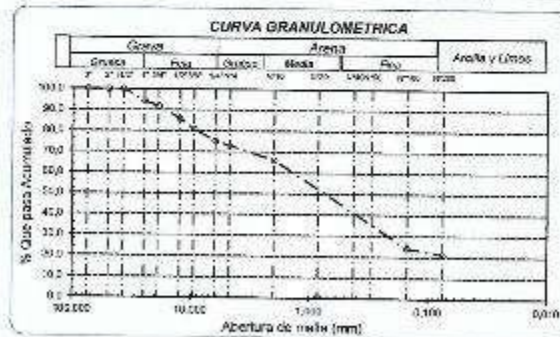
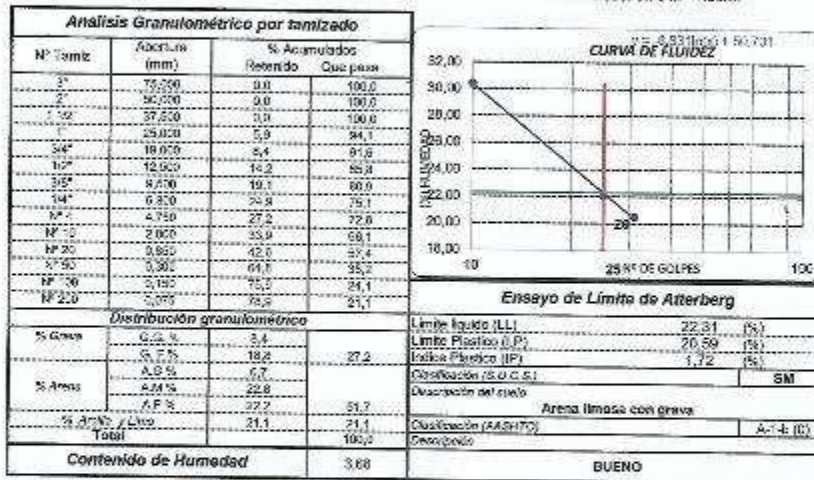
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUFIDOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San José María Escribana N°855, Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 TESISISTA : CAROLINA ALTAMIRANO CUEVA  
 TESIS : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 Ubicación : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 ENSAYO : SUFIDO: Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUFIDO: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUFIDOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo (3), ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 300.175 - 1995  
 : N.T.P. 300.131  
 : N.T.P. 300.127 - 1995

Calicata - 4

Muestra: M-2

Profundidad: 0.70 m - 1.50m.



*[Handwritten Signature]*  
 Responsable de las Pruebas dentro  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San José María Escobedo N° 965, Chibuyo - Perú

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
 TESISISTA : ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 TESIS : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 Ubicación : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 ENSAYO : 20.11.0 Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : 20.12.0 Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : 20.13.05 Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, 1o. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 300.125 - 1995  
 : N.T.P. 300.131  
 : N.T.P. 300.127 - 1995

Calicata - 5

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.10m.

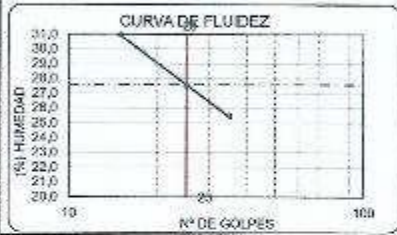
Análisis Granulométrico por tamizado			
Nº Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulado Que pasa
8"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1.18"	37.500	0.0	100.0
75"	30.000	0.0	100.0
30"	19.000	0.0	100.0
15"	12.500	1.2	98.8
10"	7.500	1.2	97.6
7.5"	6.300	2.1	97.9
Nº 4	4.750	3.2	96.8
Nº 10	2.000	5.1	95.9
Nº 20	0.850	10.0	90.0
Nº 50	0.300	15.1	84.9
Nº 100	0.150	30.3	69.7
Nº 200	0.075	36.1	63.9

Distribución granulométrica			
% Grava	G.S. %	S.P.	
	56.75	3.2	3.2
% Arena	G.S. %	S.P.	
	47.5	28.1	30.9
% Arcilla y Limo	G.S. %	S.P.	
	96.0	80.0	80.0
<b>Total</b>		100.0	

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite Líquido (LL)	27.59 (%)
Límite Plástico (LP)	17.84 (%)
Índice Plástico (PI)	9.75 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arcilla arenosa de baja plasticidad
Clasificación (AASHTO)	A-4 (6)
Descripción	REGULAR-MALO



*Rosa Alejandra Obillos Jency*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS.  
 Av. San José María Escobal N°855, Chiclayo - Perú

ESCUELA  
 TESISISTA  
 TESIS

INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 CAROLINA ALTAMIRANO CUEVA  
 DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018

Ubicación  
 ENSAYO

DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

NORMA DE REFERENCIA

- SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico
- SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo
- SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. fa. ad
- N.T.P. 809.128 : 1995
- N.T.P. 809.131
- N.T.P. 839.127: 1995

Catálogo - 5

Muestra: M-2

Profundidad: 1.10 m - 3.00 m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulado Retenido	% que pasa
8"	75,000	0,0	100,0
2"	50,000	0,0	100,0
1 1/2"	37,500	0,0	100,0
1"	25,000	0,0	100,0
3/4"	18,750	0,0	100,0
3/8"	12,500	0,0	100,0
2 1/4"	9,500	0,0	100,0
2"	8,500	0,0	100,0
N° 4	4,750	3,9	96,1
N° 10	2,000	7,8	92,2
N° 20	750	18,9	81,1
N° 30	600	25,7	74,3
N° 100	150	52,6	47,4
N° 200	75	74,3	25,7

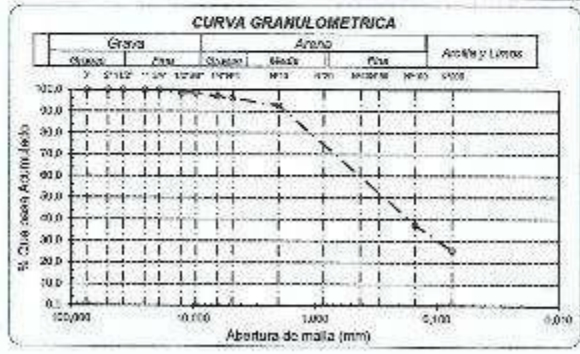
Distribución granulométrica			
% Grava	G.S. %	G.F. %	A.F. %
	0,0	3,8	45,4
% Arena	A.M. %	A.F. %	
	21,8	70,4	
% Arena y Limo		25,7	
Total		100,0	

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	20,34 (%)
Límite Plástico (LP)	17,36 (%)
Índice Plástico (IP)	2,98 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SM
Descripción del suelo	Arena limosa
Clasificación (AASHTO)	A-2-4 (0)
Descripción	BUENO

Contenido de Humedad	
	3,07



*[Handwritten Signature]*  
 RIVERA DE AGUIRRE, OBITAS, ALVARO  
 TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San José María Escrivá N° 855. Chiclayo - Perú

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 TESIS IA : ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 TESIS : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 Ubicación : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 3a. ed.  
 N.T.P. 389.126 : 1996  
 N.T.P. 389.131 : 1996  
 N.T.P. 389.127 : 1996

Calicata - 6

Muestra: M-1

Profundidad: 0.00m. - 1.30m.

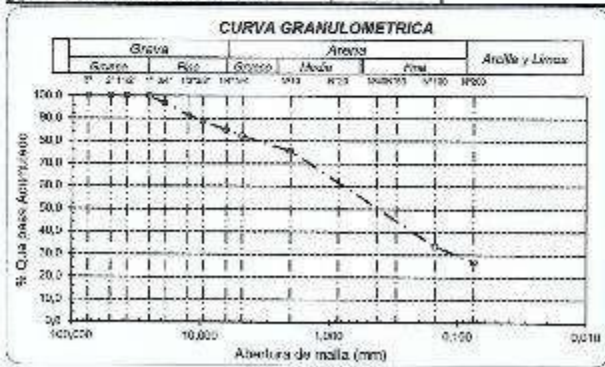
Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Apertura (mm)	% Acumulados Retenido	Que pasa
3"	75,000	0,0	100,0
2"	50,000	0,0	100,0
1 1/2"	37,500	0,0	100,0
1"	25,000	0,0	100,0
3/4"	19,000	3,2	96,8
1/2"	12,500	8,6	91,4
3/8"	9,500	11,3	88,7
1/4"	6,300	15,1	84,9
N° 4	4,750	17,8	82,2
N° 10	2,000	24,4	75,6
N° 20	0,850	34,7	65,3
N° 60	0,250	54,1	45,9
N° 100	0,150	66,3	33,7
N° 200	0,075	73,2	26,8

Distribución granulométrica			
% Grava	S. G. %		17,8
	S. F. %		14,8
	A. B. %		5,8
% Arena	A. M. %		16,3
	A. F. %		39,5
S. Arcilla y Limo			26,8
Total			100,0
Contenido de Humedad			5,24

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite Líquido (L.L.)	21,58 (%)
Límite Plástico (L.P.)	15,63 (%)
Índice Plástico (I.P.)	0,30 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	SC-SM
Descripción del suelo	Arena limo arcillosa con grava
Clasificación (AASHTO)	A-2.4 (E)
Descripción	BUENO



*[Handwritten Signature]*  
 Responsable Oblitas Arroyo  
 TECNICO DE LABORATORIO

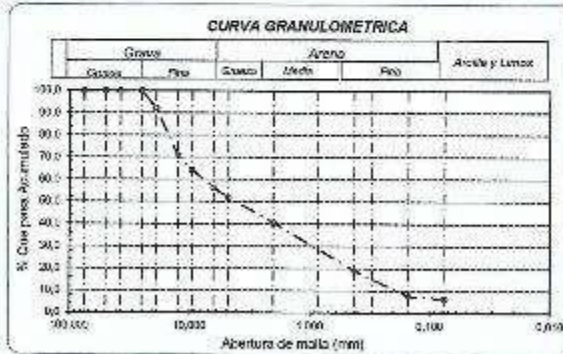


UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San José María Escrivá N°855, Chiclaya - Perú

ESCUELA : INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
 TESISISTA : CAROLINA ALTAMIRANO CUEVA  
 TÍTULO : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLA VISTA, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 Ubicación : DISTRITO DE BELLA VISTA, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice.  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127: 1988

Celícula - 8 Muestra: M-2 Profundidad: 1.30m. - 3.00m.

Análisis Granulométrico por tamizado				Ensayo de Límite de Atterberg	
N° Tamiz	Abertura	% Acumulado	% Pasado	Límite Líquido (LL)	NP
2"	75,000	0,0	100,0		
4"	30,000	0,0	100,0		
10"	97,500	0,0	100,0		
20"	75,000	0,0	100,0		
40"	47,500	7,9	92,1		
75"	30,000	20,2	79,8		
150"	10,000	35,8	64,1		
300"	5,000	43,0	56,9		
600"	2,500	48,2	51,8		
1250"	2,000	50,8	49,2		
2500"	1,500	52,3	47,7		
5000"	1,000	53,0	47,0		
10000"	750	54,4	45,6		
20000"	600	54,8	45,2		
<b>Distribución granulométrica</b>				<b>BUENO</b>	
% Grava	G.S. %	7,9			
	G.F. %	47,3	48,2		
	A.B. %	11,4			
% Arena	A.M. %	21,3			
	A.F. %	12,7	45,4		
% Limo / Arcilla		0,4	5,4		
Total			100,0		
<b>Contenido de Humedad</b>				2,32	



*[Handwritten Signature]*  
 Carolina Obilias Jentz  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MORGUEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES: SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Jerónimo Esq. ca N°665 - Chiclayo - Peru.

ESCUELA : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 TESISISTA : AL TAMRANO OLIVERA CARDUENA  
 TESIS : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 Ubicación : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 ENSAYO : SUELO: Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 SUELO: Método de ensayo para determinar el límite líquido e índice de plasticidad del suelo  
 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. (1.4. ed.)  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 395.124:1989  
 : N.T.P. 395.131  
 : N.T.P. 395.127:1998

Caricazo - 7 Muestra: M-1 Profundidad: 0.50m. - 0.70m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumuladas Retenido	Que pasa
2"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1.18"	37.500	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	100.0
3/4"	18.750	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	99.7
3/8"	9.500	0.6	99.4
1/4"	6.300	2.2	97.2
N° 4	4.750	3.8	96.2
N° 10	2.000	6.5	93.5
N° 20	0.850	13.4	86.6
N° 30	0.600	38.3	61.7
N° 40	0.425	49.6	50.4
N° 60	0.250	54.2	45.8

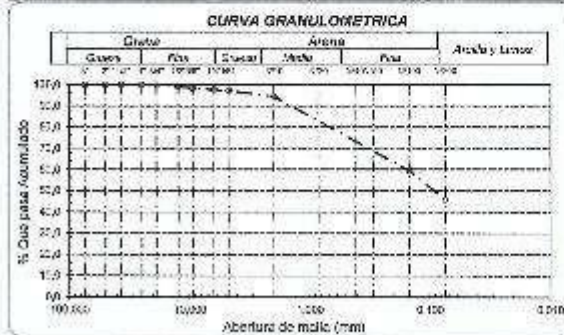
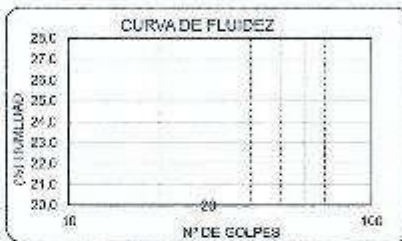
Distribución granulométrica			
% Grava	G.S. %	G.F. %	G.P. %
	0.0	2.8	2.8
% Arena	A.G. %	A.M. %	A.F. %
	2.7	7.6	48.9
% Arcilla y Limo	48.8		
Total	100.0		

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite Líquido (LL)	NP
Límite Plástico (LP)	NP
Índice de Plasticidad (PI)	NP
Clasificación (USCS)	SM
Descripción del suelo	Arena limosa
Clasificación (AASHTO)	A-4 (2)
Descripción	REGULAR MALO

Contenido de Humedad	
	7.67



*[Handwritten Signature]*  
 Rivaldo Ortega Obilias, Ingeniero  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Juan de la Cruz N° 855, Chiclayo - Perú

ESCUELA  
 RESISTA  
 TERIS

INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
 ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION  
 FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA,  
 PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018

Ubicación

DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

ENSAYO

SUELO: Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 SUELO: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA

N.T.P. 309.125 : 1996  
 N.T.P. 309.131  
 N.T.P. 309.127 : 1995

Calicata - 7

Muestra: M-2

Profundidad: 0.70m. - 1.50m.

Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Acumulados	
		Retenido	Que pasa
2"	75.000	0.0	100.0
4"	50.000	0.0	100.0
1.18"	37.500	0.1	99.9
4"	25.000	18.2	81.8
20"	19.000	23.3	76.7
12"	12.500	25.0	75.0
38"	9.500	27.0	73.0
10"	6.200	33.4	66.6
N° 4	4.750	35.0	65.0
N° 10	2.000	37.0	63.0
N° 20	0.850	39.0	61.0
N° 40	0.425	40.2	59.8
N° 60	0.250	42.1	57.9
N° 200	0.075	44.1	55.9

Distribución granulométrica			
% Grava	G.L. %		
	G.F. %	19.7	36.0
	A.G. %	7.0	
	A.M. %	2.0	
	A.F. %	5.1	5.1
% Arcs / Limo		55.9	55.9
Total		100.0	100.0

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite líquido (LL)	20.21 (%)
Límite Plástico (LP)	10.99 (%)
Índice Plástico (IP)	9.26 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arcilla gravosa de baja plasticidad con arena
Clasificación (AASHTO)	A-4 (S)
Descripción	
REGULAR-MALO	

Contenido de Humedad	
	2.34



*[Handwritten Signature]*  
 Rosalinda Obilias Jenty  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL**  
**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS**  
 Av. San José en la Esquina N° 555, Chiclayo - Perú

**ESCUELA** : INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL  
**TESISTA** : ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
**TESIS** : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
**Ubicación** : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
**ENSAYO** : SUELO, Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 : SUELO, Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS, Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. fa. ed.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 399.125 : 1995  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 399.127 : 1995

Cellbata - 7                      Muestra: M-3                      Profundidad: 1.50 m - 3.00 m.

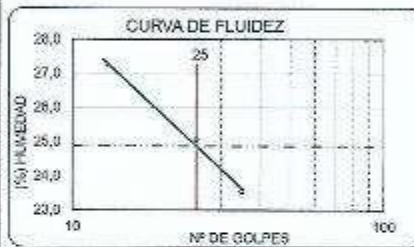
Análisis Granulométrico por tamizado			
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Que pasa
3"	75.000	0.0	100.0
2"	50.000	0.0	100.0
1.5"	37.500	0.0	100.0
1.18"	25.000	0.0	100.0
0.85"	19.000	0.0	100.0
0.60"	12.500	1.8	98.2
0.425"	5.000	2.5	97.5
0.300"	2.000	4.5	95.5
N° 4	4.750	5.1	94.9
N° 10	2.000	7.1	92.9
N° 20	0.850	10.0	90.0
N° 30	0.600	15.0	85.0
N° 60	0.250	31.5	68.5
N° 200	0.075	42.5	57.5

Distribución granulométrica			
% Grava	S.O. %	0.0	
	0.75 %	5.1	
	4.75 %	2.0	
% Arena	A.M %	9.0	
	A.F %	30.4	
% Arcilla y Limo		57.5	
Total		100.0	

Ensayo de Límite de Atterberg	
Límite Líquido (LL)	24.88 (%)
Límite Plástico (LP)	17.40 (%)
Índice Plástico (IP)	7.48 (%)
Clasificación (S.U.C.S.)	CL
Descripción del suelo	Arcilla arenosa de baja plasticidad
Clasificación (A.S.H.T.O)	A-4 (E)
Descripción	REGULAR-MALO



*[Handwritten Signature]*  
 Responsable de Obras de  
 LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS

Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.

REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

Tesista ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA

Tesis DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018

Ubicacion DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

<u>Calicata</u>	: C-5
<u>Muestra</u>	: M - 2
<u>Profundidad</u>	: 1.10 m - 3.00 m
<hr/>	
Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	g/cm <sup>3</sup> 2,388

<u>Calicata</u>	: C-6
<u>Muestra</u>	: M - 2
<u>Profundidad</u>	: 1.30 m - 3.00 m
<hr/>	
Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	g/cm <sup>3</sup> 2,191

<u>Calicata</u>	: C-7
<u>Muestra</u>	: M - 3
<u>Profundidad</u>	: 1.50 m - 3.00 m
<hr/>	
Peso específico relativo de sólidos ( $G_s$ )	g/cm <sup>3</sup> 2,511

*[Handwritten Signature]*  
 Rondeneira Obitos Rentería

## 7.1. FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y VOLUMÉTRICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y  
 PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

Tesista: ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 Tesis: DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 Ubicación: DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

ENSAYO : Peso Volumétrico de Suelos Cohesivos  
 REFERENCIA : NTP 339.139 / BS 1377

Calicata : C-5  
 Muestra : M-2  
 Profundidad : 1,10 m - 3,00 m

Peso volumétrico húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1,500
-------------------------	-------------------	-------

Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1,055
-----------------------	-------------------	-------

Calicata : C-6  
 Muestra : M-2  
 Profundidad : 1,30 m - 3,00 m

Peso volumétrico húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1,536
-------------------------	-------------------	-------

Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1,167
-----------------------	-------------------	-------

Calicata : C-7  
 Muestra : M-3  
 Profundidad : 1,50 m - 3,00 m

Peso volumétrico húmedo	g/cm <sup>3</sup>	1,513
-------------------------	-------------------	-------

Peso volumétrico seco	g/cm <sup>3</sup>	1,216
-----------------------	-------------------	-------

*[Firma]*  
 Ricardo Ortega Obillos Ingeniero  
 TECNICO DE LABORATORIO

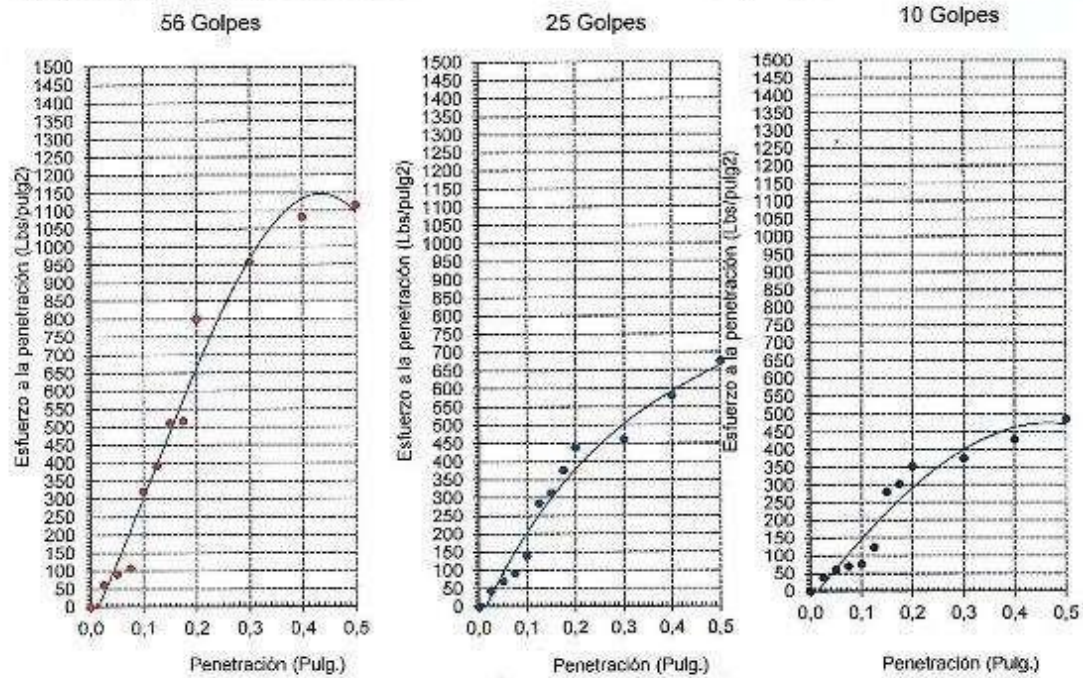
7.1. FORMATO DE ENSAYO DE PROCTOR Y CBR

ENSAYO DE PROCTOR Y CBR

**ESCUELA** : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL.  
**TESISTA** : ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
**TESIS** : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA  
 Código : N.T.P. 399.143 / ASTM D-1983  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Rotación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra                      Calicata                      4

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



**OBSERVACIONES :**  
 - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

  
 Rivaldo Obilias Ferrero  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL.  
 TESIS : ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 TESIS : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

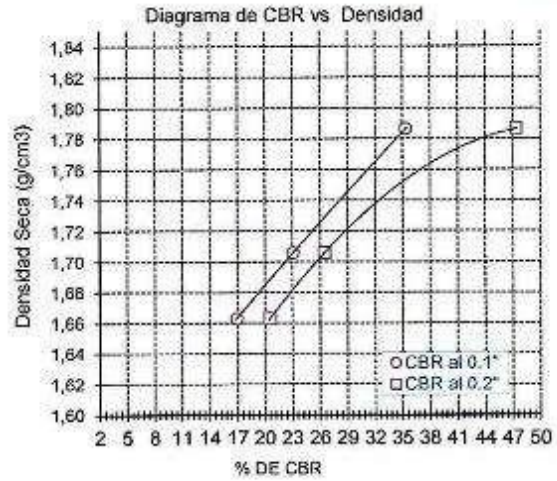
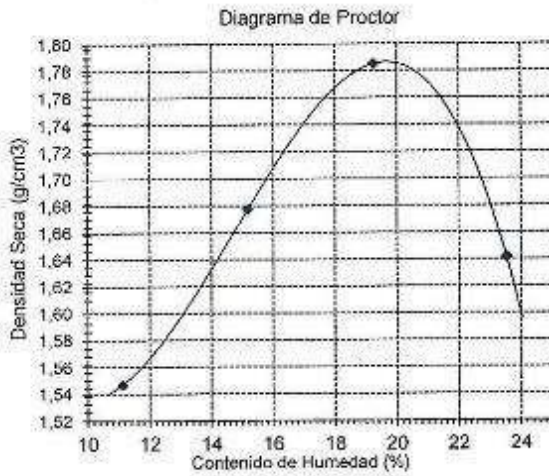
Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1583  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra Calicata 4

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1,786 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	19.8 %

N°	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	35,4	1,786,	0,2	0,1"	100	35,3
02	25	23,0	1,706	0,6	0,1"	95	21,8
03	10	16,9	1,663	0,4	0,2"	100	47,3
					0,2"	95	25,2



OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

*[Firma manuscrita]*  
 Rivadeneira Oblitas Aenny  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

## 7.1. FORMATO DE ENSAYO DE CLORUROS Y SULFATOS


**SOILS E.I.R.L.**

 Calle Aldabas N°410 – Apto N°302  
 Surco – Lima  
 R.U.C. 20548805974  
 Email: servicios@soilseirt.com

**SOLICITUD DE ENSAYO:** CS1568-EQ

**CERTIFICADO DE ENSAYO EN SUELO**

**SOLICITADO POR:** Carolina Mercedes Altamirano Cueva  
**PROYECTO TESIS:** Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales para el Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, 2018  
**UBICACIÓN:** Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca  
**FECHA DE ENSAYO:** 30/04/2019  
**EQUIPO UTILIZADO:** Balanza con división de escala de 0,001 g., capacidad máxima 210 g. Marca Ohaus, clase III. Certificado y fecha de calibración CCB-167-2018, 2018-09-12.  
 Horno mufla con alcance de indicación de 1100°C, marca Thermo Scientific. Certificado y fecha de calibración CMI-011-2018, 2018-09-14.

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado (%)
Norma Técnica Peruana 339.178	Método de ensayo para la determinación cuantitativa de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	0,0784

Identificación de la muestra de suelo
Calicata N°7, Muestra N°1, Profundidad (m) 1.50 - 3.00

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado (%)
Norma Técnica Peruana 339.177	Método de ensayo para la determinación cuantitativa de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	0,0102

Potencial de Hidrógeno (pH)	Temperatura (°C)
7,38	16,8

Identificación de la muestra de suelo
Calicata N°7, Muestra N°1, Profundidad (m) 1.50 - 3.00

Chiclayo, 02.05.2019


**ADOLFO E. CAMAYO GINCHE**  
 Ingeniero Civil  
 Reg. CIP. N° 153550

**SOLICITUD DE ENSAYO:** CS1568-EQ

**CERTIFICADO DE ENSAYO EN SUELO**

**SOLICITADO POR:** Carolina Mercedes Altamirano Cueva  
**PROYECTO TESIS:** Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales para el Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, 2018  
**UBICACIÓN:** Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca  
**FECHA DE ENSAYO:** 30/04/2019  
**EQUIPO UTILIZADO:** Balanza con división de escala de 0.001 g., capacidad máxima 210 g. Marca Ohaus, clase III. Certificado y fecha de calibración CCB-167-2018, 2018-09-12.  
 Horno mufla con alcance de indicación de 1100°C, marca Thermo Scientific. Certificado y fecha de calibración CMI-011-2018, 2018-09-14.

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado (%)
Norma Técnica Peruana 339.178	Método de ensayo para la determinación cuantitativa de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	0,1106

Identificación de la muestra de suelo
Calicata N°6, Muestra N°1, Profundidad (m) 1.30 - 3.00

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado (%)
Norma Técnica Peruana 339.177	Método de ensayo para la determinación cuantitativa de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	0,0055

Potencial de Hidrógeno (pH)	Temperatura (°C)
7,22	16,4

Identificación de la muestra de suelo
Calicata N°6, Muestra N°1, Profundidad (m) 1.30 - 3.00

Chiclayo, 02.05.2019



**SOLICITUD DE ENSAYO:** CS1568-EO

**CERTIFICADO DE ENSAYO EN SUELO**

**SOLICITADO POR:** Carolina Mercedes Altamirano Cueva  
**PROYECTO TESIS:** Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales para el Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, 2018  
**UBICACIÓN:** Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca  
**FECHA DE ENSAYO:** 30/04/2019  
**EQUIPO UTILIZADO:** Balanza con división de escala de 0.001 g., capacidad máxima 210 g. Marca Ohaus, clase III. Certificado y fecha de calibración CCB-167-2018, 2018-09-12.  
 Horno mufla con alcance de indicación de 1100°C, marca Thermo Scientific. Certificado y fecha de calibración CMI-011-2018, 2018-09-14.

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado (%)
Norma Técnica Peruana 339.178	Método de ensayo para la determinación cuantitativa de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	0,0924

Identificación de la muestra de suelo
Calicata N°5, Muestra N°1, Profundidad (m) 1.10 - 3.00

Norma de Ensayo	Denominación	Resultado (%)
Norma Técnica Peruana 339.177	Método de ensayo para la determinación cuantitativa de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	0,0086

Potencial de Hidrógeno (pH)	Temperatura (°C)
7,16	16,3

Identificación de la muestra de suelo
Calicata N°5, Muestra N°1, Profundidad (m) 1.10 - 3.00

Chiclayo, 02.05.2019



## 7.1. FORMATO DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

TESISTA : ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 TESIS : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

CALICATA : C - 7

MUESTRA : 3

PROFUNDIDAD : 1,50 m - 3,00 m

ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/cm <sup>3</sup>	DENSIDAD SECA g/cm <sup>3</sup>	ESFUERZO NORMAL kg/cm <sup>2</sup>	HUMEDAD NATURAL %	GRADO DE SATURACIÓN %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/cm <sup>2</sup>
N° 01	1,978	1,611	0,50	22,70	107,14	0,374
N° 02	2,117	1,762	1,00	18,60	123,61	0,544
N° 03	2,024	1,659	1,50	22,00	113,60	0,828

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACION TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACION TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACION TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMALIZ (kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
0,10	0,044	0,068	0,10	0,044	0,044	0,10	0,056	0,037
0,20	0,056	0,111	0,20	0,056	0,056	0,20	0,090	0,060
0,35	0,090	0,179	0,35	0,090	0,090	0,35	0,101	0,067
0,50	0,078	0,156	0,50	0,124	0,124	0,50	0,237	0,158
0,75	0,124	0,247	0,75	0,135	0,135	0,75	0,260	0,173
1,00	0,146	0,283	1,00	0,169	0,169	1,00	0,283	0,189
1,25	0,203	0,406	1,25	0,192	0,192	1,25	0,305	0,204
1,50	0,260	0,520	1,50	0,203	0,203	1,50	0,374	0,249
1,75	0,317	0,633	1,75	0,260	0,260	1,75	0,385	0,257
2,00	0,328	0,655	2,00	0,305	0,305	2,00	0,396	0,264
2,50	0,374	0,747	2,50	0,328	0,328	2,50	0,419	0,279
3,00	0,374	0,747	3,00	0,374	0,374	3,00	0,430	0,287
3,50	0,374	0,747	3,50	0,385	0,385	3,50	0,442	0,294
4,00	0,374	0,747	4,00	0,293	0,293	4,00	0,487	0,325
4,50	0,374	0,747	4,50	0,305	0,305	4,50	0,510	0,340
5,00	0,374	0,747	5,00	0,317	0,317	5,00	0,544	0,363
5,50	0,374	0,747	5,50	0,442	0,442	5,50	0,601	0,400
6,00	0,374	0,747	6,00	0,487	0,487	6,00	0,669	0,446
6,50	0,374	0,747	6,50	0,510	0,510	6,50	0,692	0,461
7,00	0,374	0,747	7,00	0,544	0,544	7,00	0,714	0,476
7,50	0,374	0,747	7,50	0,544	0,544	7,50	0,737	0,491
8,00	0,374	0,747	8,00	0,544	0,544	8,00	0,748	0,499
8,50	0,374	0,747	8,50	0,544	0,544	8,50	0,760	0,506
9,00	0,374	0,747	9,00	0,544	0,544	9,00	0,771	0,514
9,50	0,374	0,747	9,50	0,544	0,544	9,50	0,828	0,552
10,00	0,374	0,747	10,00	0,544	0,544	10,00	0,828	0,552
11,00	0,374	0,747	11,00	0,544	0,544	11,00	0,828	0,552
12,00	0,374	0,747	12,00	0,544	0,544	12,00	0,828	0,552

  
 Rivaldo Obiñas Arroyo  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San José María Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

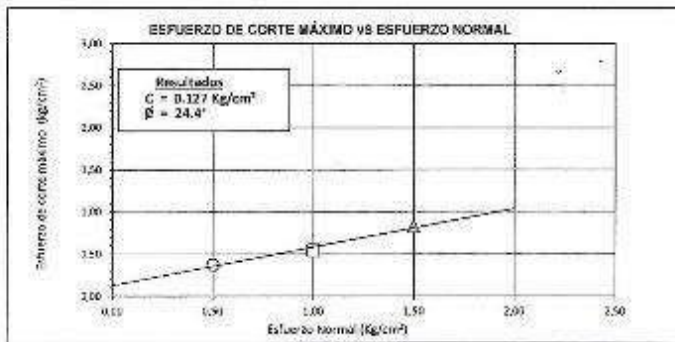
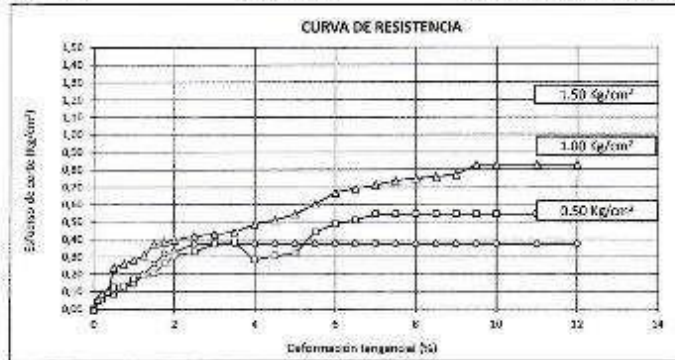
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3098

TESISTA : ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 TESIS : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018\*

UBICACIÓN: DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

CALICATA : C-7 MUESTRA : 3 PROFUNDIDAD : 1,50 m - 3,05 m



*Rivadezuela Obllitas Arriaga*  
 Rivadezuela Obllitas Arriaga  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
 ASTM D 3080

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 TESIS : ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 TESIS : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

CALICATA : C - 6 MUESTRA : 2 PROFUNDIDAD : 1,30 m - 3,00 m

ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/cm <sup>3</sup>	DENSIDAD SECA g/cm <sup>3</sup>	ESFUERZO NORMAL kg/cm <sup>2</sup>	HUMEDAD NATURAL %	GRADO DE SATURACION %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/cm <sup>2</sup>
N° 01	2,033	1,725	0,50	17,84	104,54	0,261
N° 02	2,176	1,916	1,00	13,60	120,32	0,544
N° 03	1,923	1,582	1,50	21,54	86,53	0,771

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACION TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMAL (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACION TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMAL (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFORMACION TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO NORMAL (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.044	0.088	0.10	0.058	0.058	0.10	0.058	0.037
0.20	0.067	0.134	0.20	0.067	0.067	0.20	0.067	0.046
0.35	0.078	0.156	0.35	0.101	0.101	0.35	0.078	0.052
0.50	0.090	0.179	0.50	0.124	0.124	0.50	0.101	0.067
0.75	0.124	0.247	0.75	0.136	0.136	0.75	0.080	0.080
1.00	0.146	0.293	1.00	0.168	0.168	1.00	0.124	0.082
1.25	0.203	0.406	1.25	0.182	0.182	1.25	0.146	0.088
1.50	0.306	0.611	1.50	0.215	0.215	1.50	0.203	0.135
1.75	0.317	0.633	1.75	0.237	0.237	1.75	0.260	0.173
2.00	0.328	0.656	2.00	0.280	0.280	2.00	0.306	0.204
2.50	0.359	0.679	2.50	0.271	0.271	2.50	0.317	0.211
3.00	0.361	0.702	3.00	0.305	0.305	3.00	0.351	0.234
3.50	0.351	0.702	3.50	0.284	0.284	3.50	0.374	0.249
4.00	0.361	0.702	4.00	0.317	0.317	4.00	0.430	0.287
4.50	0.351	0.702	4.50	0.374	0.374	4.50	0.464	0.310
5.00	0.361	0.702	5.00	0.385	0.385	5.00	0.487	0.325
5.50	0.351	0.702	5.50	0.366	0.366	5.50	0.544	0.363
6.00	0.351	0.702	6.00	0.430	0.430	6.00	0.601	0.400
6.50	0.351	0.702	6.50	0.442	0.442	6.50	0.623	0.415
7.00	0.351	0.702	7.00	0.487	0.487	7.00	0.636	0.423
7.50	0.351	0.702	7.50	0.510	0.510	7.50	0.646	0.431
8.00	0.351	0.702	8.00	0.544	0.544	8.00	0.714	0.478
8.50	0.351	0.702	8.50	0.544	0.544	8.00	0.760	0.606
9.00	0.351	0.702	9.00	0.544	0.544	9.00	0.771	0.514
9.50	0.351	0.702	9.50	0.544	0.544	9.00	0.771	0.514
10.00	0.351	0.702	10.00	0.544	0.544	10.00	0.771	0.514
11.00	0.351	0.702	11.00	0.544	0.544	11.00	0.771	0.514
12.00	0.351	0.702	12.00	0.544	0.544	12.00	0.771	0.514

*[Handwritten Signature]*  
 Roldán Obitas Jent  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



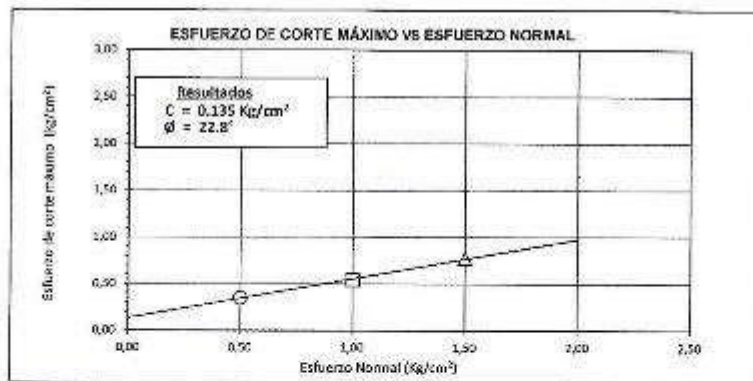
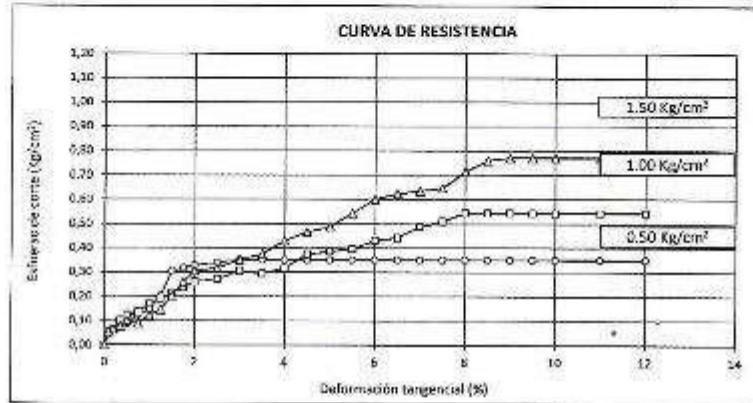
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL.  
 TESIS : ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
 TESIS : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

CALICATA : C-6 MUESTRA : 2 PROFUNDIDAD : 1,30 m - 3,00 m



*Rivadeneyra Obilitas Henis*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josémaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
 ASTM D 3080

**TESISTA :** ALTAMIRANO CUEVA CAROLINA  
**TESIS :** DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018.  
**UBICACIÓN :** DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

CALICATA : C - 5 MUESTRA : 2 PROFUNDIDAD : 1,10 m - 3,00 m

ESPECIMEN N°	DENSIDAD REMOLDEADA g/cm <sup>3</sup>	DENSIDAD SECA g/cm <sup>3</sup>	ESFUERZO NORMAL kg/cm <sup>2</sup>	HUMEDAD NATURAL %	GRADO DE SATURACIÓN %	ESFUERZO CORTE MÁX. kg/cm <sup>2</sup>
N° 01	2,014	1,711	0,50	17,74	91,64	0,385
N° 02	2,063	1,792	1,00	15,74	92,54	0,589
N° 03	1,976	1,658	1,50	19,17	90,32	0,828

ESPECIMEN N°01			ESPECIMEN N°02			ESPECIMEN N°03		
DEFORMACION TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	HUMEDAD NATURAL (%)	DEFORMACION TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	HUMEDAD NATURAL (%)	DEFORMACION TANGENCIAL (%)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm <sup>2</sup> )	HUMEDAD NATURAL (%)
0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000	0,00	0,000	0,000
0,10	0,044	0,068	0,10	0,044	0,044	0,10	0,058	0,037
0,20	0,088	0,111	0,20	0,078	0,078	0,20	0,078	0,052
0,35	0,079	0,156	0,35	0,135	0,135	0,35	0,124	0,082
0,50	0,090	0,176	0,50	0,169	0,169	0,50	0,146	0,098
0,75	0,124	0,247	0,75	0,192	0,192	0,75	0,203	0,135
1,00	0,145	0,289	1,00	0,203	0,203	1,00	0,280	0,173
1,25	0,203	0,406	1,25	0,237	0,237	1,25	0,305	0,204
1,50	0,305	0,611	1,50	0,260	0,260	1,50	0,317	0,211
1,75	0,329	0,606	1,75	0,305	0,305	1,75	0,328	0,218
2,00	0,351	0,702	2,00	0,317	0,317	2,00	0,374	0,249
2,50	0,392	0,724	2,50	0,351	0,351	2,50	0,544	0,363
3,00	0,374	0,747	3,00	0,374	0,374	3,00	0,578	0,395
3,50	0,385	0,770	3,50	0,419	0,419	3,50	0,689	0,393
4,00	0,395	0,770	4,00	0,430	0,430	4,00	0,601	0,400
4,50	0,385	0,770	4,50	0,442	0,442	4,50	0,612	0,408
5,00	0,385	0,770	5,00	0,464	0,464	5,00	0,623	0,416
5,50	0,385	0,770	5,50	0,487	0,487	5,50	0,648	0,431
6,00	0,385	0,770	6,00	0,510	0,510	6,00	0,689	0,446
6,50	0,385	0,770	6,50	0,544	0,544	6,50	0,689	0,453
7,00	0,385	0,770	7,00	0,544	0,544	7,00	0,714	0,478
7,50	0,385	0,770	7,50	0,578	0,578	7,50	0,771	0,514
8,00	0,385	0,770	8,00	0,589	0,589	8,00	0,805	0,537
8,50	0,385	0,770	8,50	0,589	0,589	8,50	0,817	0,544
9,00	0,395	0,770	9,00	0,589	0,589	9,00	0,828	0,552
9,50	0,385	0,770	9,50	0,589	0,589	9,50	0,828	0,552
10,00	0,395	0,770	10,00	0,589	0,589	10,00	0,828	0,552
11,00	0,385	0,770	11,00	0,589	0,589	11,00	0,828	0,552
12,00	0,395	0,770	12,00	0,589	0,589	12,00	0,828	0,552

*[Handwritten Signature]*  
 Rómulo Obilias Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL  
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Av. San Josemaría Escrivá N°855, Chiclayo - Perú

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D 3080

TESISTA : AL TAMIRANO CUEVA CAROLINA

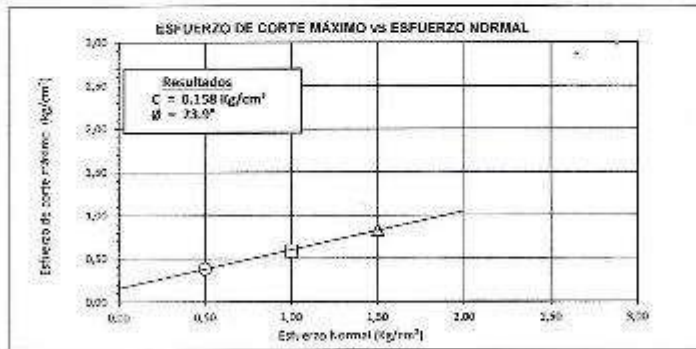
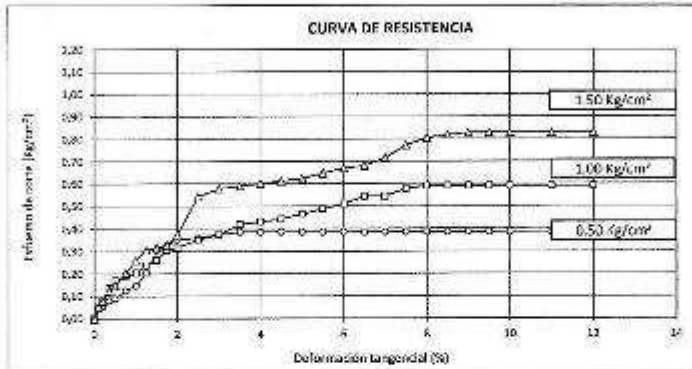
TEMA : DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018

UBICACIÓN : DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

CALICATA : C-5

MUESTRA : 2

PROFUNDIDAD : 1,10 m - 3,00 m



*[Handwritten Signature]*  
 Ricardo Obitas Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**ANEXO 5: ESTUDIO  
HIDROLÓGICO**

## INDICE

I.	GENERALIDADES.....	156
1.1.	OBJETIVO.....	156
1.2.	UBICACIÓN.....	156
1.3.	ALTITUD DE LA ZONA.....	156
II.	ESTACIONES HIDROLÓGICAS.....	156
2.1.	DATOS HIDROLÓGICOS DE LAS ESTACIONES.....	157
2.1.1.	ESTACIÓN CHIRINOS .....	157
2.1.2.	ESTACIÓN CASCARILLA.....	159
2.1.3.	ESTACIÓN PUCARA.....	161
2.1.4.	ESTACIÓN EL PINTOR.....	163
III.	PERIODO DE RETORNO .....	165
3.1.	MANUAL DE HIDROLOGIA .....	165
3.2.	CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....	166
IV.	CÁLCULO DE CAUDAL .....	166
4.1.	OBTENCION DE INTENSIDADES MÁXIMAS .....	166
4.1.1.	ESTACIÓN EL PINTOR.....	167
4.1.2.	ESTACIÓN PUCARÁ.....	167
4.1.3.	ESTACIÓN CASCARILLA.....	167
4.1.4.	ESTACIÓN CHIRINOS .....	168
V.	PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA SUB CUENCA .....	168
VI.	INTENSIDAD PROMEDIO DE LA SUBCUENCA.....	170
VII.	CÁLCULO DEL CAUDAL.....	171
VIII.	ANEXOS.....	172
8.2.	PRECIPITACIONES ESTACIÓN CASCARILLA .....	173
8.3.	PRECIPITACIONES ESTACIÓN PUCARÁ.....	174
8.4.	PRECIPITACIONES ESTACIÓN EL PINTOR .....	175

## I. GENERALIDADES

### 1.1. OBJETIVO

- Efectuar el estudio hidrológico del área en donde se realizará el proyecto de tesis “DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA 2018”.

### 1.2. UBICACIÓN

- Departamento: Cajamarca
- Provincia: Jaén
- Distrito: Bellavista

### 1.3. ALTITUD DE LA ZONA

La topografía en forma general del Distrito de Bellavista es una zona con pendientes pronunciadas, se encuentra a una altitud promedio de 421 msnm.

## II. ESTACIONES HIDROLÓGICAS

Para el presente proyecto se tomó como información meteorológica cuatro estaciones cercanas a la zona donde se ubicará la infraestructura de disposición final, dos estaciones ubicadas en la Provincia de Jaén: la estación Cascarilla y la estación Pucara; una en el distrito de Utcubamba: la estación El Pintor y una estación en la Provincia de San Ignacio: la estación Chirinos.



Ilustración 1. Ubicación de las estaciones utilizadas

## **2.1. DATOS HIDROLÓGICOS DE LAS ESTACIONES**

### **2.1.1. ESTACIÓN CHIRINOS**

#### **a) Ubicación:**

Departamento: Cajamarca

Provincia: San Ignacio

Distrito: Chirinos

Latitud: 5°18'30,59"

Longitud: 78°53'51,32"

Altitud: 1772 msnm

#### **b) Temperatura:**

De los datos registrados en el SENAMHI, se obtuvo que la estación Chirinos presenta temperaturas registradas máximas promedio anuales de 25,6°C y mínimas anuales de 15°C.

#### **c) Precipitaciones Máximas Registradas:**

Las precipitaciones máximas registradas al año en la estación Chirinos se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 1. PRECIPITACIONES MÁXIMAS REGISTRADAS-ESTACION CHIRINOS**

<b>Año</b>	<b>P. Máxima</b>
1988	234
1990	22
1991	333
1992	255
1993	95
1994	195
1995	50
1996	79
1997	908
1998	93
1999	108
2000	37
2001	28
2002	55
2003	55
2004	39
2005	55
2006	266
2007	233
2008	154
2009	19
2010	46
2011	35
2012	40
2013	101
2014	25
2015	40
2016	35,6
2017	288

Fuente: SENAMHI

### 2.1.2. ESTACIÓN CASCARILLA

**a) Ubicación:**

Departamento: Cajamarca

Provincia: Jaén

Distrito: Jaén

Latitud: 5°40'18,30"

Longitud : 79°53'51,60"

Altitud: 1991 msnm

**b) Temperatura:**

De los datos registrados en el SENAMHI, se obtuvo que la estación Cascarilla presenta temperaturas registradas máximas promedio anuales de 23,2°C y mínimas anuales de 9,6°C.

**c) Precipitaciones Máximas Registradas:**

Las precipitaciones máximas registradas al año en la estación Cascarilla se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 2. PRECIPITACIONES MÁXIMAS REGISTRADAS-ESTACION CASCARILLA**

<b>Año</b>	<b>P. Máxima</b>
1988	365
1989	0
1990	0
1991	0
1992	95
1993	255
1994	195
1995	50
1996	79
1997	208
1998	93
1999	108
2000	37
2001	28
2002	55
2003	55
2004	39
2005	55
2006	266
2007	233
2008	154
2009	45
2010	46
2011	35
2012	40
2013	101
2014	25
2015	40
2016	288
2017	195

Fuente: SENAMHI

### 2.1.3. ESTACIÓN PUCARA

**a) Ubicación:**

Departamento: Cajamarca

Provincia: Jaén

Distrito: Pucará

Latitud: 6°2'30"

Longitud: 79°8'2"

Altitud: 1061,6 msnm

**b) Precipitaciones Máximas Registradas:**

Las precipitaciones máximas registradas al año en la estación Pucara se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3. PRECIPITACIONES MÁXIMAS REGISTRADAS-ESTACION PUCARA**

<b>Año</b>	<b>P. Máxima</b>
1964	25
1965	25
1966	83
1967	145
1968	255
1969	144
1970	85
1971	50
1972	308
1973	702
1974	93
1975	108
1976	37
1977	28
1978	55
1980	39
1981	45
1982	266
1983	133
1984	354
1985	27
1986	46
1987	30
1988	40
1989	101
1990	40
1991	25
1992	288
1993	433
1994	318
1995	236
1996	407
1997	121
1998	601
1999	376
2000	705
2001	518
2002	406
2003	613
2004	501

Fuente: SENAMHI

#### **2.1.4. ESTACIÓN EL PINTOR**

**a) Ubicación:**

Departamento: Amazonas

Provincia: Utcubamba

Distrito: Bagua Grande

Latitud: 5°45'22,32"

Longitud: 78°31'22,3"

Altitud: 533 msnm

**b) Precipitaciones Máximas Registradas:**

Las precipitaciones máximas registradas al año en la estación el Pintor se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 4. PRECIPITACIONES MÁXIMAS REGISTRADAS-ESTACION EL PINTOR**

<b>Año</b>	<b>P. Máxima</b>
1967	255
1968	95
1969	195
1970	50
1971	79
1972	108
1973	93
1974	108
1975	37
1977	55
1978	55
1979	29
1980	55
1983	354
1985	39
1986	35
1987	27
1988	39
1989	25
1990	40
1991	182
1992	402
1995	407
1996	207
1997	504
2001	406
2002	613
2004	502
2005	405
2006	456
2007	607
2008	525
2009	451
2010	318
2011	398
2012	475
2013	235
2014	82,6
2015	35,6
2016	38,5
2017	50,7

Fuente: SENAMHI

### III. PERIODO DE RETORNO

Para el cálculo del periodo de retorno se consideraron dos métodos.

#### 3.1. MANUAL DE HIDROLOGIA

Según el Manual de Hidrología el riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Si la obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno T, fijando el riesgo de falla admisible R, el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra.

**Tabla 5. VALORES MÁXIMOS RECOMENDADOS DE RIESGO ADMISIBLE DE OBRAS DE DRENAJE**

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

#### **Vida útil considerado (n):**

- Puentes y defensas Ribereñas n= 40 años.
- Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
- Drenaje de plataforma y sub-drenes n= 15 años.

Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse, el propietario de una obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

### 3.2. CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRAÚLICOS EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Máximo Villon Bejar [5], menciona la relación del periodo de retorno en función del tipo de estructuras, asimismo menciona que el año puede aumentar si protege vidas humanas.

**TABLA 6. PERIODO DE RETORNO EN FUNCIÓN DE LA ZONA A PROTEGER**

Tipo de estructura	Periodo de Retorno (años)
Puente sobre carretera importante	50 – 100
Puente sobre carretera menos importante o alcantarillas sobre carretera importante	25
Alcantarillas sobre camino secundario	5 – 10
Drenaje lateral de los pavimentos, donde puede tolerarse encharcamiento con lluvia de corta duración	1 – 2
Drenaje de aeropuertos	5
Drenaje urbano	2 - 10
Drenaje Agrícola	5 – 10
Muros de encauzamiento	2 – 50 *

\*Puede aumentar si estas obras protegen poblados de importancia.

Fuente: Máximo Villon Bejar

Por lo que podemos concluir que con la norma con riesgo de 55% y periodo de vida útil de 20 años, resulta un periodo de 25 años, y para Villón el periodo de retorno máximo para un drenaje es de 10 años. Por lo tanto, se ha considerado el mayor de los dos, un periodo de retorno de 25 años.

## IV. CÁLCULO DE CAUDAL

### 4.1. OBTENCION DE INTENSIDADES MÁXIMAS

Para la obtención de intensidades máximas se ha hecho uso del programa RIVER, el programa procesa los datos de las precipitaciones obtenidos de las estaciones y los analiza por el método Log Normal, Método Gumbel y Pearson III.

#### 4.1.1. ESTACIÓN EL PINTOR



Ilustración 2. Intensidades Máximas Estación El Pintor

#### 4.1.2. ESTACIÓN PUCARÁ

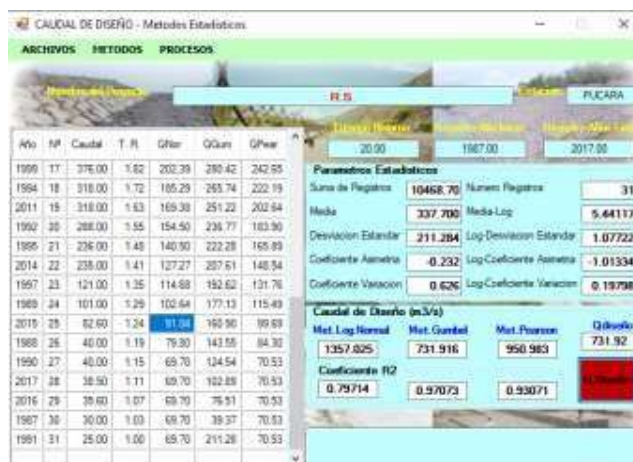


Ilustración 3. Intensidades Máximas Estación Pucará

#### 4.1.3. ESTACIÓN CASCARILLA



Ilustración 4. Intensidades Máximas Estación Cascarilla

#### 4.1.4. ESTACIÓN CHIRINOS



Ilustración 5. Intensidades Máximas Estación Chirinos

#### V. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA SUB CUENCA

Haciendo uso del ARC GIS se obtuvieron los parámetros Morfométricos de la Sub Cuenca donde se encontrará ubicada la infraestructura de disposición final de los Residuos Sólidos del Distrito de Bellavista.

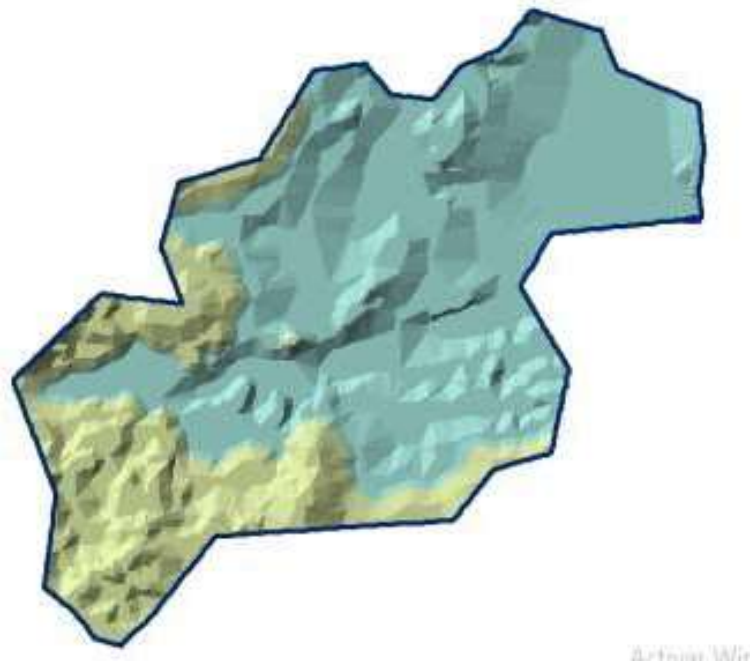
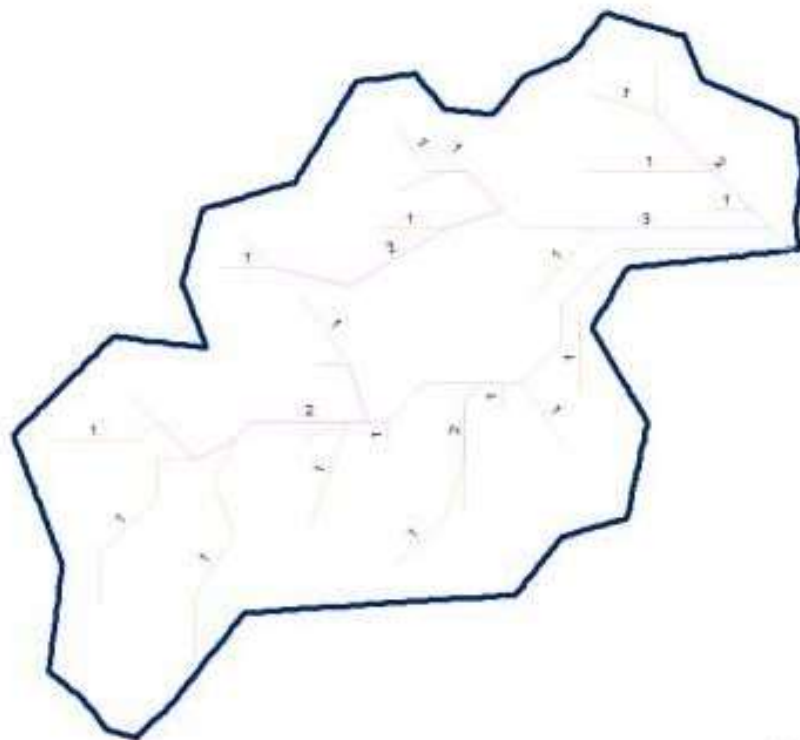
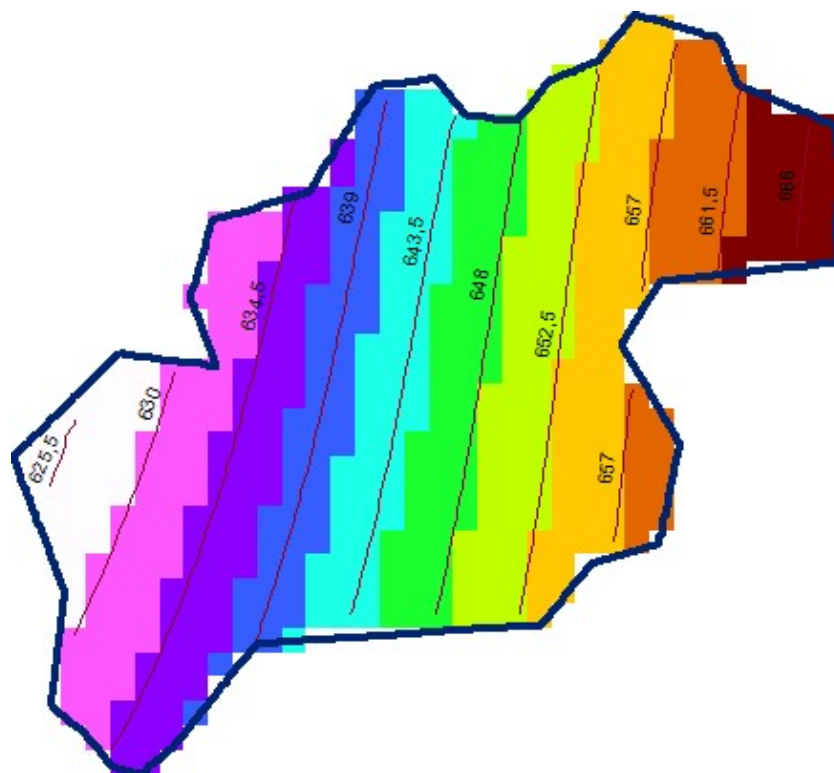


Ilustración 6. Subcuenca



Activa

**Ilustración 7. Red Hídrica**



**Ilustración 8. Isoyetas de la subcuenca**

Tabla 7. PARAMETROS MORFOMETRICOS

DESCRIPCIÓN	UND	VALOR
De la superficie		
Área	km <sup>2</sup>	0,23
Perímetro de la cuenca	km	2,55
Cotas		
Cota máxima	msnm	567
Cota mínima	msnm	508
Centroide		
X centroide	m	750138,96
Y centroide	m	9369727,58
Z centroide	msnm	738,61
Altitud		
Altitud media	msnm	537,5
Altitud más frecuente	msnm	550,0
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm	501,45
Pendiente		
pendiente promedio de la cuenca	%	10,03
De la Red Hídrica		
Longitud del curso principal	km	0,68
Orden de la Red Hídrica	UND	4
Longitud de la red hídrica	km	0,8
Pendiente Promedio del caucemayor.	%	9,10

Fuente: Elaboración Propia

## VI. INTENSIDAD PROMEDIO DE LA SUBCUENCA

La intensidad promedio de la Sub cuenca es de 644,77 mm.

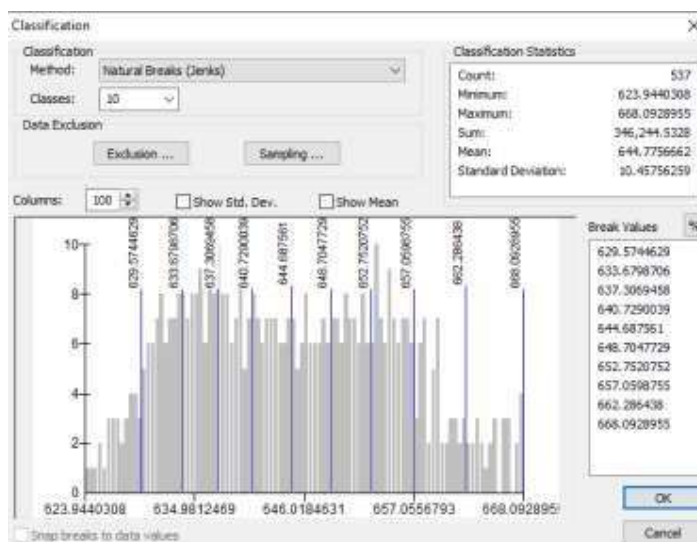


Ilustración 9. Intensidad promedio obtenida

## VII. CÁLCULO DEL CAUDAL

Se hizo uso del método racional modificado para el cálculo del caudal para obtener un resultado más conservador, el cual nos da la siguiente fórmula: 0,278 CIAK, obteniendo un caudal de 0,15 m<sup>3</sup>/seg.

C= 0,00382, Coeficiente de escorrentía  
I= 590,28, Intensidad precipitación máxima horaria  
A= 0,23, Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)  
K= 1,04, Coeficiente de uniformidad  
Q= 0,15 m<sup>3</sup>/seg

## VIII. ANEXOS

## 8.1. PRECIPITACIONES ESTACIÓN CHIRINOS

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	MAX
1988	0	0	172	335	286	92	96	102	136	195	434	154	434
1989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	22
1991	97	293	127	0	0	0	85	75	315	633	93	97	633
1992	0	0	25	65	95	20	35	0	35	1	255	0	255
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0	95
1994	195	145	45	85	12	7	29	5	0	0	144	95	195
1995	34	17	18	29	50	28	28	8	0	1	1	34	50
1996	1	10	8	79	30	35	0	0	5	3	44	0	79
1997	908	105	8	0	605	208	408	702	2	6	908	343	908
1998	83	8	30	93	50	0	0	30	0	28	83	50	93
1999	0	8	20	50	108	50	6	4	5	7	10	17	108
2000	0	0	11	10	15	37	23	5	0	0	25	0	37
2001	0	9	25	15	18	28	0	0	1	1	1	0	28
2002	1	0	1	1	55	55	5	9	1	0	1	1	55
2003	0	25	25	1	55	1	1	29	1	5	15	1	55
2004	9	1	39	0	1	1	1	1	1	1	29	29	39
2005	55	25	21	43	45	25	12	1	21	6	15	18	55
2006	1	1	20	1	1	266	0	0	0	0	1	51	266
2007	26	123	187	278	411	427	433	0	0	0	26	25	433
2008	0	0	16	354	316	256	84	44	16	28	45	0	354
2009	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	15	19	19
2010	19	39	46	25	19	25	1	1	1	1	14	27	46
2011	35	14	30	10	20	10	20	1	0	0	35	23	35
2012	1	1	40	27	25	20	1	0	15	0	1	1	40
2013	1	0	101	19	19	39	1	20	10	1	1	1	101
2014	12	0	1	14	25	6	0	0	0	0	12	1	25
2015	40	0	12	25	20	25	11	0,5	1	0	25	40	40
2016	16,9	21,3	20,3	35,6	24	1,6	0,7	0	0	1,4	26	17,2	35,6
2017	12,9	0	0	0	33,1	288	102	195	42	182	1	0	288
<b>TOTAL</b>	<b>1548,8</b>	<b>845,3</b>	<b>1049,3</b>	<b>1594,</b>	<b>2338,1</b>	<b>1950,6</b>	<b>1382,7</b>	<b>1232,</b>	<b>608,</b>	<b>1100,</b>	<b>2355,</b>	<b>1066,2</b>	<b>4823,6</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>51,6</b>	<b>28,2</b>	<b>35,0</b>	<b>53,2</b>	<b>77,9</b>	<b>65,0</b>	<b>46,1</b>	<b>41,1</b>	<b>20,3</b>	<b>36,7</b>	<b>78,5</b>	<b>35,5</b>	<b>160,8</b>

## 8.2. PRECIPITACIONES ESTACIÓN CASCARILLA

Año	Enero	Febrer	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubr	Nov	Dic	MAX
1988	0	0	0	0	158	109	64	67	78	305	865	618	865
1989	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	25	95	65	20	35	0	35	35	95
1993	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255	255
1994	95	0	195	145	45	85	12	9	29	5	95	85	195
1995	4	37	34	17	18	29	50	28	28	8	4	1	50
1996	7	11	1	10	8	79	30	35	0	0	1	3	79
1997	729	0	908	105	8	0	605	208	408	702	44	6	908
1998	88	34	83	8	30	93	50	0	0	30	10	61	93
1999	30	50	0	8	20	50	108	50	6	4	5	30	108
2000	10	17	0	0	11	10	15	37	23	5	8	10	37
2001	25	0	0	9	25	15	18	28	0	0	1	25	28
2002	1	0	1	0	1	25	55	55	5	9	1	1	55
2003	1	1	0	25	25	1	55	1	1	29	1	1	55
2004	15	1	9	1	39	1	1	1	1	1	15	0	39
2005	29	29	55	25	21	43	45	25	12	1	29	5	55
2006	1	18	1	1	20	0	1	266	0	0	1	0	266
2007	0	51	26	123	187	278	411	427	433	0	0	0	433
2008	0	0	0	0	16	354	316	256	84	44	1	28	354
2009	45	1	1	0	1	0	0	0	0	0	25	45	45
2010	22	19	19	39	46	25	25	21	1	1	1	15	46
2011	10	27	35	14	30	10	20	16	20	1	1	10	35
2012	10	23	1	1	40	27	25	20	1	0	15	10	40
2013	1	1	1	0	101	19	19	39	1	20	10	1	101
2014	1	1	12	0	1	14	25	6	0	0	1	0	25
2015	0	0	40	0	12	25	20	25	11	1	0	0	40
2016	0	21,3	0	0	65	288	102	0	0	1,4	26	17,2	288
2017	12,9	195	182	168	33,1	1	0	0	0	91	133	104	195
TOTAL	1391,9	537,3	1604	699	986,1	1676	2137	1640	1177	1258,4	1328	1366,	4785
PROMEDIO	46,397	17,91	53,47	23,3	32,87	55,87	71,23	54,67	39,23	41,97	44,26	45,54	159,5

### 8.3. PRECIPITACIONES ESTACIÓN PUCARÁ

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	MAX
1964	0	0	0	22	25	0	0	2	0	0	3	5	25
1965	6	6	15	20	10	10	4	4	15	15	25	15	25
1966	8	15	14	8	51	0	0	0	71	83	35	8	83
1967	35	145	95	35	45	25	85	35	25	0	4	35	145
1968	25	65	95	20	35	0	35	1	255	0	0	25	255
1969	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0	144	75	144
1970	45	85	12	7	29	5	0	0	7	37	34	45	85
1971	18	29	50	28	28	8	0	1	1	11	18	10	50
1972	8	79	30	35	0	0	5	3	44	729	908	105	908
1973	8	0	605	208	304	702	0	4	88	34	83	8	702
1974	30	93	50	0	0	30	0	28	30	50	30	14	93
1975	20	50	108	50	3	6	5	7	10	17	20	9	108
1976	11	10	15	37	23	5	0	0	0	25	11	9	37
1977	25	15	18	28	0	0	1	1	1	0	10	0	28
1978	1	1	55	55	5	9	1	0	1	1	1	25	55
1979	25	1	55	1	1	29	1	5	15	1	25	25	55
1980	39	0	1	1	1	1	1	1	29	29	15	39	39
1981	21	43	45	25	12	1	21	6	1	18	21	8	45
1982	20	0	1	266	0	0	0	0	0	51	26	123	266
1983	187	278	411	427	433	0	0	0	0	0	186	171	433
1984	16	354	316	256	214	44	16	28	45	1	16	0	354
1985	1	0	0	0	0	0	0	0	0	22	19	27	27
1986	46	25	19	25	1	1	1	1	10	27	35	25	46
1987	30	10	20	10	20	1	0	0	1	23	13	20	30
1988	40	27	25	20	1	0	15	0	0	1	40	1	40
1989	101	19	19	39	1	20	10	1	1	1	17	101	101
1990	1	14	25	6	0	0	0	0	0	0	40	1	40
1991	12	25	20	25	1	1	0	0	0	0	1	12	25
1992	288	102	195	42	182	1	0	0	0	91	133	195	288
1993	234	402	139	244	107	37	23	17	224	304	234	433	433
1994	122	142	318	304	98	25	5	11	233	25	203	108	318
1995	27	106	106	201	24	5	103	6	25	47	149	236	236
1996	95	104	407	221	45	103	0	13	103	207	207	44	407
1997	104	121	57	117	44	36	4	14	27	75	104	38	121
1998	172	504	302	305	204	79	0	53	601	408	303	118	601
1999	376	234	206	109	282	71	21	7	206	91	265	376	376
2000	205	705	101	359	141	102	18	46	205	26	104	127	705
2001	506	518	204	53	403	21	51	0	209	506	506	149	518
2002	196	121	146	302	184	45	101	0	13	406	196	101	406
2003	113	243	302	102	106	105	22	25	101	613	301	209	613
2004	107	55	109	501	104	24	79	0	314	204	92	468	501
2005	35	502	402	209	94	32	1	103	116	108	102	227	502

2006	511	405	357	302	56	68	205	19	21	203	407	103	511
2007	472	102	449	218	165	11	31	78	53	456	607	472	607
2008	353	306	277	209	154	95	33	116	16	402	525	192	525
2009	531	177	289	253	35	28	31	81	25	397	117	531	531
2010	71	308	451	125	82	36	3	22	71	426	92	276	451
2011	206	234	254	304	158	6	33	8	92	318	206	231	318
2012	119	174	304	398	126	17	8	5	8	283	276	247	398
2013	127	127	282	61	475	13	15	139	24	204	51	127	475
2014	0	0	0	115	235	29	3,5	3,5	4,6	19,9	15,5	3,8	235
2015	21,3	82,6	0	14,1	15	0,4	3,4	0,5	0	1,4	26	21,3	82,6
2016	16,9	21,3	20,3	35,6	24	1,6	0,7	0	0	1,4	26	17,2	35,6
2017	12,9	3,5	38,5	13,6	33,1	1,5	0,2	1,7	13	8,5	12,5	8,2	38,5
<b>TOTAL</b>	<b>5786,1</b>	<b>7167,4</b>	<b>7805,8</b>	<b>6721,3</b>	<b>4733,1</b>	<b>1880,5</b>	<b>991,8</b>	<b>890,7</b>	<b>3363,6</b>	<b>6909,2</b>	<b>6977</b>	<b>5971,5</b>	<b>14343,7</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>107,15</b>	<b>132,72</b>	<b>144,552</b>	<b>124,469</b>	<b>87,65</b>	<b>34,82</b>	<b>18,367</b>	<b>16,49</b>	<b>62,289</b>	<b>127,94</b>	<b>129,20</b>	<b>110,58</b>	<b>265,624</b>

#### 8.4. PRECIPITACIONES ESTACIÓN EL PINTOR

Año	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic	MAX
1967	0	0	65	95	20	35	0	35	1	255	0	255
1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95	0	95
1969	195	75	85	12	7	29	5	0	7	144	195	195
1970	34	6	29	50	28	28	8	0	1	1	34	50
1971	1	10	79	30	35	0	0	5	3	44	0	79
1972	908	105	0	605	208	408	702	4	6	908	343	908
1973	83	8	93	50	0	0	30	0	28	83	50	93
1974	0	8	50	108	50	6	4	5	7	10	17	108
1975	0	0	10	15	37	23	5	0	0	25	0	37
1976	0	9	15	18	28	0	0	1	1	1	1	28
1977	1	0	25	55	55	5	9	1	0	1	1	55
1978	1	25	1	55	1	1	29	1	5	15	1	55
1979	9	1	0	1	1	1	1	1	1	29	29	29
1980	55	25	43	45	25	12	1	21	6	15	18	55
1981	1	1	0	1	266	0	0	0	0	1	51	266
1982	26	123	278	411	427	433	0	0	0	26	25	433
1983	0	0	354	316	256	84	44	16	28	45	0	354
1984	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15	19	19
1985	19	39	25	25	21	1	1	1	1	14	27	39
1986	35	14	10	20	16	20	1	0	0	35	23	35
1987	1	1	27	25	20	1	0	15	0	0	1	27
1988	1	0	19	19	39	1	20	10	1	1	1	39
1989	12	0	14	25	6	0	0	0	0	12	1	25
1990	40	0	25	20	25	11	1	0	0	25	40	40
1991	0	0	102	25	42	182	1	0	0	0	91	182

1992	133	104	402	139	244	107	37	23	17	224	304	402
1993	306	433	142	318	304	98	25	5	11	233	22	433
1994	203	108	106	106	201	24	5	103	6	25	203	203
1995	202	236	104	407	221	58	103	0	13	149	207	407
1996	207	44	121	57	117	44	36	14	0	27	207	207
1997	101	26	504	302	305	109	79	0	53	101	408	504
1998	303	118	234	206	109	282	71	21	7	303	91	303
1999	265	304	705	101	359	141	102	18	46	265	24	705
2000	104	127	518	204	33	403	21	51	0	209	506	518
2001	328	149	121	146	302	184	45	101	6	328	406	406
2002	178	114	243	302	102	106	54	8	25	101	613	613
2003	301	209	55	109	501	104	12	79	0	301	204	501
2004	283	468	502	402	209	94	32	1	103	116	108	502
2005	102	227	405	357	302	56	68	205	19	102	203	405
2006	138	103	102	449	218	165	11	31	78	138	456	456
2007	607	264	306	277	209	154	95	33	116	607	402	607
2008	525	192	177	289	253	11	28	31	81	11	525	525
2009	117	204	308	451	125	82	36	7	22	71	426	451
2010	92	276	234	254	304	158	33	4	8	172	318	318
2011	181	231	174	304	398	3	17	8	5	5	283	398
2012	276	247	127	282	61	475	15	5	139	276	204	475
2013	105	95	0	58	115	235	29	3,5	3,5	28	10,7	235
2014	27,5	3,8	82,6	14,1	15	0,4	3,4	0,5	0	0,4	26	82,6
2015	0,4	16,9	20,3	35,6	24	1,6	0,7	1,4	26	17,2	8,2	35,6
2016	24,9	38,5	33,1	1,5	0	1,7	13	8,5	12,5	6,6	24	38,5
2017	12,5	21,6	50,7	6,4	17,9	0	17,7	4,7	13,5	13	15	50,7
<b>TOTAL</b>	<b>6545,</b>	<b>4809,8</b>	<b>7125,7</b>	<b>7603,6</b>	<b>6661,9</b>	<b>4377,7</b>	<b>1850,8</b>	<b>882,6</b>	<b>906,5</b>	<b>5629,2</b>	<b>7171,9</b>	<b>13282,4</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>128,3</b>	<b>94,31</b>	<b>139,72</b>	<b>149,09</b>	<b>130,63</b>	<b>85,84</b>	<b>36,29</b>	<b>17,31</b>	<b>17,77</b>	<b>110,37</b>	<b>140,63</b>	<b>260,44</b>

**ANEXO 6: ESTUDIO  
TOPOGRÁFICO**

## **I. GENERALIDADES**

### **1.1. OBJETIVO**

- Efectuar el levantamiento topográfico de la zona donde se realizará el proyecto “DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, CAJAMARCA 2018”.

### **1.2. UBICACIÓN**

- Departamento: Cajamarca
- Provincia: Jaén
- Distrito: Bellavista

El área destinada para el proyecto se encuentra ubicado a 6,5 km del distrito de Bellavista, aproximadamente 15 minutos de viaje.



Ilustración 1. Ubicación del área destinada para el proyecto

### **1.3. ALTITUD DE LA ZONA**

La topografía en forma general del Distrito de Bellavista es una zona con pendientes pronunciadas, se encuentra a una altitud promedio de 421 msnm.

### **1.4. CLIMA**

Bellavista presenta un clima propio de la selva alta, cálido y húmedo, en la parte baja de unos 35°C frío – templado, en la parte alta la temperatura oscila entre 25°C y 28°C, siendo la época más calurosa entre los meses de octubre a diciembre y la de mayor precipitación, el periodo comprendido entre enero a marzo.

## II. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO TOPOGRÁFICO

Para la ejecución del trabajo topográfico se realizaron los siguientes procedimientos:

- a) En primer lugar, se hizo el reconocimiento del terreno para conocer cuál es la zona en donde se va a realizar el proyecto, para determinar el lugar de estacionamiento, así como el mejor método a aplicar para el levantamiento y replanteo de puntos.
- b) Ubicación de los BMs en zonas perimetrales al área a levantar, se ubicaron 5 en total, las coordenadas se describen en la siguiente tabla:

Tabla 1. CUADRO DE COORDENADAS DE BMS

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA
<b>BM0</b>	9370905,409	752884,002	504,12
<b>BM1</b>	9370996,671	752737,926	508,67
<b>BM2</b>	9370996,324	752660,831	510,03
<b>BM3</b>	9371071,979	752462,387	516,21
<b>BM4</b>	9371130,923	752386,817	517,83

Fuente: Elaboración propia

- c) A partir de los BMs ubicados se pasó a perimetrar el área para luego hacer el levantamiento de la zona ubicando los instrumentos en los lugares designados y hacer la medición de puntos por tramos. Para el trabajo de campos se Para el presente proyecto se hizo uso de una estación total marca Pentax R-422N, con una precisión de 2".
- d) Con los puntos obtenidos se pasa a hacer el procesamiento de datos haciendo uso de Civil 3D para la realización de los planos topográficos.

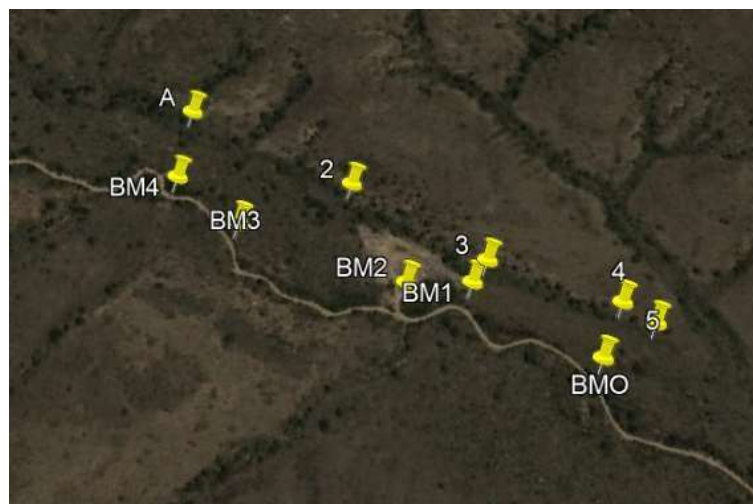


Ilustración 2. Ubicación de BMs y puntos perimetrales

## **2.1. EQUIPO DE TOPOGRAFÍA**

### **2.1.1. EQUIPO TOPOGRÁFICO**

- 01 estación total modelo Pentax R-422N.
- 02 bastones para prisma.
- 02 prismas.
- 01 trípode.
- 01 cinta métrica para la medición de la altura de estación.
- 01 GPS.

### **2.1.2. PERSONAL EMPLEADO**

- 01 topógrafo
- 03 ayudantes

### **2.1.3. HERRAMIENTAS**

- Pintura
- Estacas

### **2.1.4. EQUIPO DE GABINETE**

- 1 laptop HP Core I7
- Microsoft Office
- AutoCAD
- Civil 3D

## **2.2. PROCESAMIENTO DE DATOS**

### **2.2.1. TRANSFERENCIA DE DATOS**

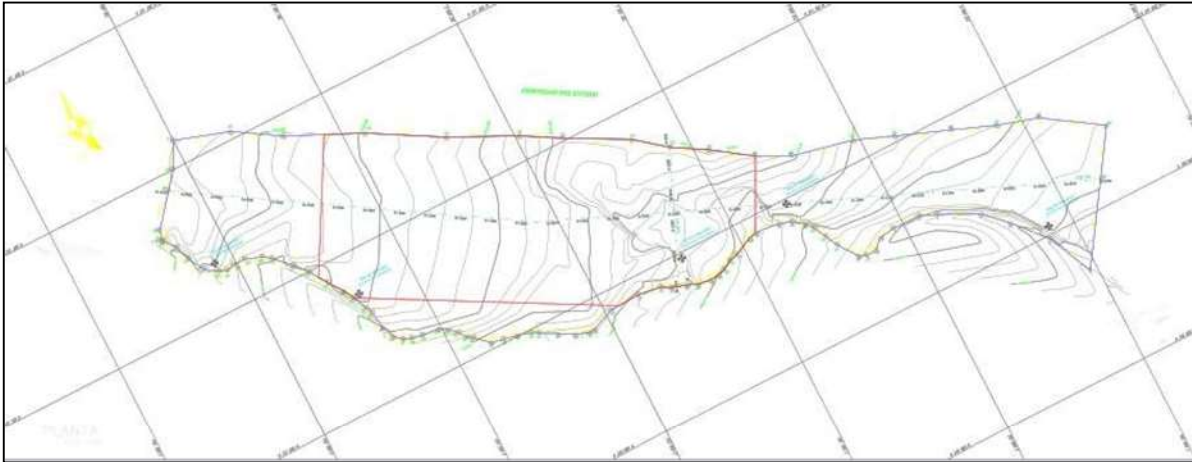
- Los datos que son obtenidos durante los levantamientos son ordenados para poder ser ingresados en el programa que se usara para realizar el plano topográfico.
- Para ser ingresados en el programa civil 3D se utilizo un formato en Excel (.csv) separado por comas.

### **2.2.2. USO DE CIVIL 3D PARA PROCESAMIENTO**

- Los datos ordenados en el formato (.cvs) se ingresan al programa y a través de la triangulación se editará la superficie generada por los puntos.
- Las curvas se hará las principales cada 2m y las secundarias cada 0,5 m.

### 2.2.3. CURVAS DE NIVEL OBTENIDAS

- Las curvas de nivel obtenidas serán editadas para obtener el plano topográfico con los puntos marcados y detalles de los puntos levantados y BMs.
- Se ubicó el plano con referencia a coordenadas UTM.



**Ilustración 3. Plano topográfico**

## III. ANEXOS

### 3.1. PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía 1. BM 1 ubicado en el terreno**



**Fotografía 2. BM 2 ubicado en el terreno**



**Fotografía 3. BM 3 ubicado en el terreno**



**Fotografía 4. BM 4 ubicado en el terreno**



**Fotografía 5. Ingreso al área destinada para el relleno sanitario**



**Fotografía 6. Levantamiento de puntos haciendo uso de estación total y prisma**



**Fotografía 7. Ubicación de BMs**

**ANEXO 7: ENSAYO DE  
PERMEABILIDAD TRIAXIAL  
PARA MATERIALES  
COHESIVOS**

## I. GENERALIDADES

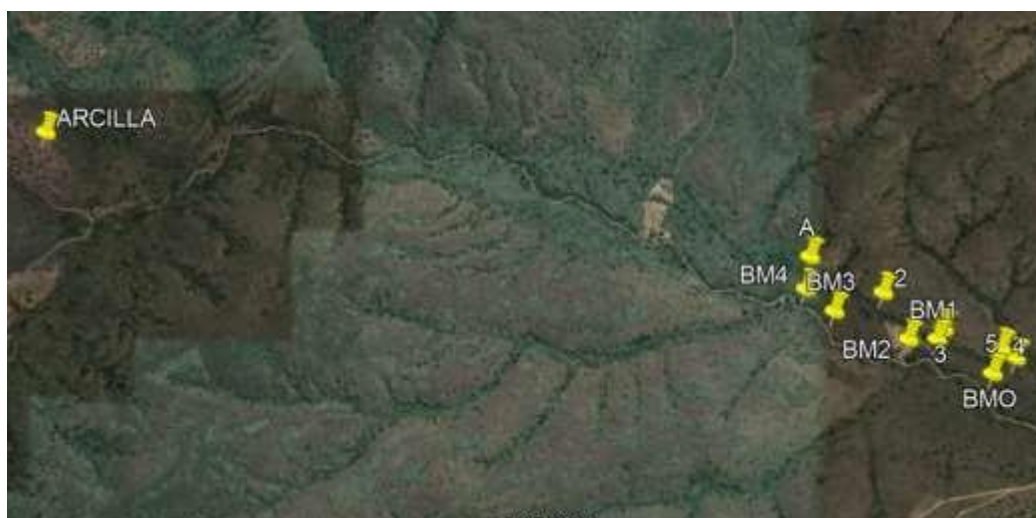
### 1.1. OBJETIVO

- Efectuar el Ensayo de Permeabilidad Triaxial para Materiales Cohesivos para el proyecto de tesis “DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, CAJAMARCA 2018”.

### 1.2. UBICACIÓN

- Departamento: Cajamarca
- Provincia: Jaén
- Distrito: Bellavista

La muestra se tomó en una zona cercana a la ubicación del relleno sanitario, esta zona presenta un tipo de suelo arcilloso.



**Ilustración 1. Ubicación de la zona de toma de muestra**

### 1.3. NORMATIVA

Este estudio esta realizado basándose en la normativa ASTM D5084-90 “ENSAYOS DE PERMEABILIDAD USANDO EL PERMEAMETRO DE PARED FLEXIBLE” para su procedimiento y resultados.

#### **1.4. ALCANCES**

El presente método de ensayo nos permite obtener la conductividad hidráulica o el coeficiente de permeabilidad de materiales porosos que se encuentren saturados en un permeámetro de pared flexible.

Se puede realizar el ensayo con muestras remoldeadas o inalteradas, para suelos con conductividad hidráulica baja (mayores a  $1 \times 10^{-5}$  m/s).

## **II. ENSAYO DE PERMEABILIDAD TRIAXIAL PARA MATERIALES COHESIVOS**

Para el ensayo de permeabilidad se buscó un terreno que presente un tipo de suelo que no sea permeable, y que se encuentre lo más cercano a la zona donde se ubicara el relleno sanitario para reducir los costos de transporte.

Así también se buscó una zona que pueda abastecer la cantidad necesaria de material requerido para el proyecto.

Este ensayo nos permitió conocer cuál es el coeficiente de permeabilidad que presenta el suelo y que este sea apto para ser utilizado como un material impermeable. Según recomendación de la guía de diseño de relleno mecanizado, se debe considerar una arcilla, la cual presenta un K de  $10^{-6}$ .

así como la permeabilidad de los suelos, para el diseño de la capa de cobertura para la permeabilización del terreno.

### **2.1. TOMA DE MUESTRA**

Para la toma de muestra se realizó una calicata de 1.50 m de profundidad, se tomaron dos muestras:

- ✓ Inalterada: De 20 cm x 20 cm, la cual fue separada para el presente ensayo y se selló de manera hermética para que esta no pierda las propiedades naturales del terreno.
- ✓ Alterada: Para hacer la clasificación de suelo y conocer las propiedades de la muestra.

## 2.2. RESULTADOS DEL ENSAYO DE PERMEABILIDAD

**Tabla 1. CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE PERMEABILIDAD**

<b>CARACTERISTICAS DEL SUELO</b>	
Clasificación del suelo	Arcilla de Baja Plasticidad
Contenido de humedad	19.90 %
<b>Coefficiente de Conductividad Hidráulica</b>	<b><math>1.87 \times 10^{-7} \text{ cm}^7\text{seg}</math></b>

Fuente: Elaboración Propia

### III. ANEXOS

**Ilustración 2. Muestra de suelo arcilloso**



Fuente: Elaboración propia

Peticionario: Carolina Mercedes Altamirano Cueva  
 Obra: Diseño de la infraestructura para el aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales para el Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca, 2018  
 Ubicación: Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca  
 Fecha de recepción: 02/05/2019  
 Fecha de ensayo: 13/05/2019  
 Fecha de entrega: 20/05/2019

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA DE MATERIALES POROSOS SATURADOS UTILIZANDO UN PERMEAMETRO DE PARED FLEXIBLE**  
 Norma Técnica Peruana 339,156 - American Society for Testing and Materials D5084

**Identificación del Suelo**

Calicata: C-1  
 Muestra: M-1  
 Profundidad: 0.0 - 1.5 m

**Características del Suelo**

Longitud (L)	14.68	cm
Diámetro (D)	6.69	cm
Área de sección transversal (A)	35.15	cm <sup>2</sup>
Volumen	516.02	cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad	19.90	%
Gravedad específica	2.71	
Densidad húmeda	1.895	cm <sup>3</sup>
Densidad seca	1.581	cm <sup>3</sup>
Relación de vacíos	0.719	
Estado	Remoldeado	

**Ensayo de Conductividad Hidráulica**

Ensayo	1	2	3	
Área de sección de bureta	15.49	15.49	15.49	cm <sup>2</sup>
Carga hidráulica (h1)	1852.2	1853.5	1853.7	cm
Carga hidráulica (h2)	1951.9	1852.8	1852.3	cm
Tiempo (t)	5580	13860	26340	seg
Temperatura en el ensayo, (T)	19	19	19	°C
Coefficiente (k)	1.87E-07	1.79E-07	1.85E-07	cm/seg

Coefficiente de Conductividad Hidráulica a 20°C:	1.87E-07 cm/seg
--	-----------------

**Observaciones:**

- La muestra de suelos fue proporcionada e identificada por el Peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



  
 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del CIP N° 84298

**Ilustración 3. Informe de ensayo de Permeabilidad**

**ANEXO 8:**  
**MEMORIA DE CÁLCULO**

## **1. Diseño del Relleno Sanitario**

Para el presente proyecto se consideró como propuesta de disposición final de los residuos sólidos la implementación de un relleno sanitario manual controlado.

### **1.1. Selección del Tipo de Relleno Sanitario**

Tal como se mencionó en el capítulo II, existen diferentes tipos de rellenos, dentro de los cuales encontramos al manual, semi mecanizado y mecanizado.

En el distrito de bellavista, se generaron en promedio un total de 7,02 toneladas diarias de residuos sólidos con una generación per cápita de 0,423 kg/hab/día en el año 2017.

Según la guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual [3], nos menciona que para un relleno sanitario manual se debe tener en promedio una generación diaria de residuos sólidos que no exceda las 20 toneladas por lo que se seleccionó el tipo de relleno sanitario manual para el diseño de la infraestructura de disposición final de los residuos del Distrito de Bellavista-Jaén.

### **1.2. Cálculo de la Vida Útil del Proyecto**

Para el presente proyecto se consideró una vida útil de 20 años, debido al costo que va a generar la implementación de proyecto, así también se consideró el área disponible para la ubicación del relleno sanitario y área ocupada por los residuos.

### **1.3. Selección del Métodos de Construcción del Relleno Sanitario**

Para el presente proyecto se consideró el método de trinchera debido a que el área seleccionada para el proyecto presenta una pequeña pendiente, además que cuenta con una profundidad de nivel freático de 20 m por debajo del nivel de terreno natural según el estudio de caracterización y la selección de área elaborada por la municipalidad, lo cual nos permite realizar una excavación para la implementación del terreno.

### **1.4. Material de Cobertura**

Se tomó como volumen de material de cobertura el 20% de los residuos compactados en un día. El material de cobertura a utilizar será el excavado para la construcción de la celda de disposición de los residuos.

### **1.5. Flujo de Destino**

Para el cálculo del área del relleno sanitario del Distrito de Bellavista – Jaén se consideraron dos flujos de destinos:

- ✓ Considerando que el 100% de los residuos recolectados serán destinados al relleno sanitario. Para ese diseño se consideró el per cápita total brindado por el estudio de caracterización realizado por la Municipalidad Distrital de Bellavista: 0,423 kg/hab/día.
- ✓ Considerando que las infraestructuras complementarias como son la planta de segregación, la planta de compostaje y el punto limpio tomaran un porcentaje del total del per-cápita, permitiendo así resumir la cantidad de residuos sólidos que se van a enterrar, logrando recuperar extensiones de terreno y reduciendo la generación de impactos ambientales en la zona.

### 1.6. Cálculo del Área del Relleno Sanitario

Se realizaron dos cálculos del área del relleno sanitario; tal como se mencionó anteriormente se considerados dos flujos de destino para el diseño y se seleccionó aquel con el que obtenemos la menor cantidad de área para el proyecto.

### 1.7. Cálculo del área I

#### 1.7.1. Flujo de Destino I

Para el primer cálculo del área se trabajó considerando que el porcentaje de residuos que se dispondrán en el relleno es el 100% de la generación per cápita del distrito de bellavista:

TABLA N° 1: FLUJO DE DESTINO PARA EL DISEÑO CONSIDERANDO EL PPC  
TOTAL

TIPO DE RESIDUO SOLIDO	PESO (kg/día)	PORCENTAJE	GPC (kg/hab/día)	FLUJO DE DESTINO
RESIDUOS TOTALES	70,26	100,0%	0,423	RELLENO SANITARIO

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla N° 1, al considerar que el total de los residuos sólidos vayan al relleno sanitario se tomará como generación per cápita 0,423kg/hab/día.

### 1.7.2. Cantidad de Residuos Sólidos Generados

Para calcular la cantidad de residuos generados se debe multiplicar la población (hab) por la generación per cápita (kg/hab/día) por cada año proyectado, en este caso considerando 20 años de vida útil, así mismo se debe tomar en cuenta el incremento de la generación per cápita ya calculado anteriormente.

$$\text{Cantidad de residuos sólidos diarios (kg/día)} = \text{Población (hab)} \times \text{ppc (kg/hab/día)}$$

De igual manera se calculará la cantidad de residuos sólidos anuales, multiplicando lo obtenido diariamente por los 365 días que representa un año.

El resultado de la cantidad de residuos sólidos acumulados será la suma de la cantidad de residuos sólidos calculados desde el año 0 al año 20 en toneladas, de lo cual se obtuvo un total de 63722,01 toneladas generadas, tal como se presenta en la TABLA N° 2.

TABLA N° 2: CALCULO DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS ACUMULADOS EN 20 AÑOS

AÑO		POBLACION (HAB)	ppc kg/hab/día	Cantidad de residuos sólidos		
				Diaria (kg/día)	Anual (t/año)	Acumulado (t)
2037	20	18872	0,516	9740,39	3555,241	63722,009

Fuente: Elaboración Propia

### 1.7.3. Volumen de Residuos Sólidos Compactados

La cantidad de residuos sólidos producidos son llevados al relleno sanitario durante los días de recolección y son compactados.

El cálculo del total de residuos se realiza multiplicando la cantidad de residuos sólidos producidos diariamente por la relación que existe entre los días de producción y los días de recojo de los residuos (7 días de producción/ 6 días de recojo) entre la densidad de los residuos compactados [4].

Según el estudio de caracterización de la Municipalidad Distrital de Bellavista la densidad de los residuos compactados es de 414,44 kg/m<sup>3</sup>.

$$\frac{\text{Cantidad de residuos sólidos } x (7/6) x 365}{\text{densidad de residuos sólidos compactados}}$$

$$\frac{9740,39 \text{ kg/día } x (7/6) x 365 \text{ días}}{414,44 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Volumen de Residuos Sólidos Compactados} = 8578,42 \text{ m}^3$$

El volumen de residuos sólidos compactados al año se calcula desde el año 0 hasta el año 20, de lo cual se obtuvieron 8578,42 m<sup>3</sup> de residuos compactados para el último año de vida útil del relleno.

#### 1.7.4. Material de Cobertura

La cantidad de material de cobertura debe ser calculado desde el año 0 hasta el año 20; de dicho cálculo se obtuvieron 1715,68 m<sup>3</sup> de material de cobertura al año.

$$\text{Volumen de residuos sólidos compactados } x 20 \% x 365 \text{ días}$$

$$23,50 \text{ m}^3 x 20\% x 365 \text{ días}$$

$$\text{Volumen de Material de Cobertura} = 1715,68 \text{ m}^3$$

#### 1.7.5. Volumen de Residuos Sólidos Estabilizados

Son aquellos residuos ya listos para colocar en el relleno sanitario, su volumen se calcula como la cantidad de residuos sólidos generados diariamente (kg/día) entre la densidad de residuos sólidos estabilizados, la cual se considera según Jaramillo [4] entre 500 a 600 kg/m<sup>3</sup>, dependiendo del mecanismo utilizado para su estabilización.

Para el cálculo del área requerida se consideró una densidad de 600 kg/m<sup>3</sup>, con lo que se obtuvo un total de 5925,40 m<sup>3</sup>/año de residuos sólidos estabilizados para el año 20.

$$\frac{\text{Cantidad de residuos sólidos (kg/día) } x 365 \text{ días}}{\text{Densidad de residuos estabilizados (kg/m}^3)}$$

$$\frac{9740,39 \text{ kg/día } x 365 \text{ días}}{600 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Volumen de Residuos sólidos Estabilizados} = 5925,40 \text{ m}^3$$

### 1.7.6. Volumen Total Requerido para la disposición de los Residuos Sólidos

Se obtiene como la suma del volumen de material de cobertura anual más el volumen de los residuos estabilizados.

Se consideró el volumen acumulado desde el calculado en el año 0 hasta el año 20 para obtener el total requerido para la disposición., de lo cual se obtuvo un total acumulado de 136954,25 m<sup>3</sup>.

$$\begin{aligned} \text{Volumen del relleno sanitario total} &= \text{Volumen Material de cobertura anual} + \\ &\quad \text{Volumen Residuos Sólidos Estabilizados} \\ &= 1715,68 \text{ m}^3 + 5925,40 \text{ m}^3 = 7641,09 \text{ m}^3 \\ \text{Total, acumulado desde el año 0 al año 20} &= 136954,25 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### 1.7.7. Área Final Requerida

El área final requerida se obtiene dividiendo el volumen total requerido entre la altura de diseño del relleno, para el presente cálculo se consideró una altura de 3 m, por lo que la división del volumen total entre la altura del relleno nos da un área de 4,57 m<sup>2</sup>.

$$\begin{aligned} &\frac{\text{Volumen del relleno sanitario total}}{\text{Altura del relleno sanitario}} \\ &= \frac{136954,25 \text{ m}^3}{3 \text{ m}} \\ &= 4,57 \text{ hectáreas} \end{aligned}$$

**VOLUMEN Y AREA REQUERIDA PARA CUBRIR LA DEMANDA DE SERVICIO DE DISPOSICION FINAL**

TASA DE CRECIMIENTO	0,64%
GPC	0,423 kg/hab/día
DENSIDAD DE RESIDUOS ESTABILIZADOS	600
DENSIDAD DE RESIDUOS COMPACTADOS	414,44
CANTIDAD DE MATERIAL DE COBERTURA	20%
ALTURA DE RELLENO	3,0 m
INCREMENTO GPC	1,00%
DIAS DE RECOJO	7
PORCENTAJE DE AREA ADMINISTRATIVA	30%

AREA TOTAL HECTAREAS	4,6
----------------------	-----

AÑO	POBLACIÓN
2016	16506
2017	16611
2018	16717

AÑO		POBLACION (HAB)	ppc kg/hab/día	Cantidad de residuos sólidos			Volumen (m3)						Area requerida (m2)		
				Diaria (kg/día)	Anual (t/año)	Acumulado (t)	Residuos solidos compactados		Material de cobertura m3		Residuos solidos estabilizados (m3/año)	Relleno sanitario		Relleno Ar	Total Ar
							Diaria (m3)	Anual (m3)	Diaria (m3)	Anual (m3)		(m3)	Acumulada		
2017	0	16611	0,423	7026,45	2564,655	2564,655	16,95	6188,24	3,39	1237,65	4274,43	5512,07	5512,07	1837,36	0,18
2018	1	16717	0,427	7142,14	2606,880	5171,535	17,23	6290,13	3,45	1258,03	4344,80	5602,82	11114,90	3704,97	0,37
2019	2	16824	0,432	7259,72	2649,800	7821,335	17,52	6393,69	3,50	1278,74	4416,33	5695,07	16809,97	5603,32	0,56
2020	3	16932	0,436	7379,25	2693,426	10514,760	17,81	6498,95	3,56	1299,79	4489,04	5788,83	22598,80	7532,93	0,75
2021	4	17040	0,440	7500,74	2737,770	13252,531	18,10	6605,95	3,62	1321,19	4562,95	5884,14	28482,94	9494,31	0,95
2022	5	17149	0,445	7624,23	2782,845	16035,376	18,40	6714,71	3,68	1342,94	4638,08	5981,02	34463,96	11487,99	1,15
2023	6	17259	0,449	7749,76	2828,662	18864,038	18,70	6825,26	3,74	1365,05	4714,44	6079,49	40543,45	13514,48	1,35
2024	7	17370	0,454	7877,35	2875,233	21739,270	19,01	6937,63	3,80	1387,53	4792,05	6179,58	46723,03	15574,34	1,56
2025	8	17481	0,458	8007,04	2922,571	24661,841	19,32	7051,85	3,86	1410,37	4870,95	6281,32	53004,35	17668,12	1,77
2026	9	17593	0,463	8138,87	2970,688	27632,529	19,64	7167,96	3,93	1433,59	4951,15	6384,74	59389,09	19796,36	1,98
2027	10	17705	0,467	8272,87	3019,597	30652,126	19,96	7285,97	3,99	1457,19	5032,66	6489,86	65878,95	21959,65	2,20
2028	11	17819	0,472	8409,07	3069,312	33721,438	20,29	7405,93	4,06	1481,19	5115,52	6596,71	72475,65	24158,55	2,42
2029	12	17933	0,477	8547,52	3119,845	36841,283	20,62	7527,86	4,12	1505,57	5199,74	6705,31	79180,97	26393,66	2,64
2030	13	18047	0,481	8688,25	3171,210	40012,494	20,96	7651,80	4,19	1530,36	5285,35	6815,71	85996,67	28665,56	2,87
2031	14	18163	0,486	8831,29	3223,421	43235,915	21,31	7777,77	4,26	1555,55	5372,37	6927,92	92924,60	30974,87	3,10
2032	15	18279	0,491	8976,69	3276,491	46512,406	21,66	7905,83	4,33	1581,17	5460,82	7041,98	99966,58	33322,19	3,33
2033	16	18396	0,496	9124,48	3330,436	49842,842	22,02	8035,99	4,40	1607,20	5550,73	7157,92	107124,51	35708,17	3,57
2034	17	18514	0,501	9274,71	3385,268	53228,110	22,38	8168,29	4,48	1633,66	5642,11	7275,77	114400,28	38133,43	3,81
2035	18	18632	0,506	9427,41	3441,003	56669,113	22,75	8302,78	4,55	1660,56	5735,00	7395,56	121795,84	40598,61	4,06
2036	19	18752	0,511	9582,62	3497,656	60166,768	23,12	8439,47	4,62	1687,89	5829,43	7517,32	129313,16	43104,39	4,31
2037	20	18872	0,516	9740,39	3555,241	63722,009	23,50	8578,42	4,70	1715,68	5925,40	7641,09	136954,25	45651,42	4,57

## 1.8.Cálculo del área II

### 1.8.1. Flujo de Destino II

Para el segundo cálculo del área se trabajó considerando que el porcentaje de residuos que se dispondrán en el relleno sería el restante luego de haber dispuesto un porcentaje del total de residuos recolectados a las infraestructuras de reciclaje, compostaje y punto limpio.

Para este flujo de destino se tomó como referencia el porcentaje del tipo de residuos clasificados en el estudio de caracterización realizado por la municipalidad distrital de Bellavista.

TABLA N° 3: FLUJO DE DESTINO PARA EL DISEÑO CONSIDERANDO EL REAPROVECHAMIENTO DE RESIDUOS

TIPO DE RESIDUO SOLIDO	PESO (kg/día)	% Total	% Dispuesto	GPC (kg/hab/día)	FLUJO DE DESTINO
RESIDUOS ORGANICOS	53,36	75,9%	70,0%	0,296	COMPOSTAJE
RESIDUOS INORGANICOS	11,77	16,8%	16,8%	0,071	RECICLAJE
RESIDUOS OTROS	5,01	7,1%	13,0%	0,055	RELLENO
RESIDUOS PELIGROSOS	0,12	0,2%	0,2%	0,0008	PUNTO LIMPIO
	70,26 kg/día	100%	100%	0,42 kg/hab/día	

Fuente: Elaboración propia

De la TABLA N° 3, podemos observar que se tomó un porcentaje con respecto del total de residuos recolectados en un día dependiendo de qué tipo de residuo es, de lo que se obtuvo lo siguiente:

- En promedio se recolectan 53,36 kg/día de residuos sólidos orgánicos, lo cual representa el 75,9% del total recolectado; de este porcentaje se consideró disponer solo el 70% a una planta de compostaje para su reaprovechamiento, obteniendo así una generación per cápita de 0,296 kg/hab/día, siendo este el per cápita a utilizar para el cálculo del área de la planta de compost. La reducción del porcentaje es debido a las pérdidas generadas en las separación y transporte.

- De residuos inorgánicos se recolectan en promedio 11,77 kg/día, esto representa el 16,8% del total de los residuos recolectados en un día; dichos residuos inorgánicos serán dispuestos en una planta de reciclaje para su reaprovechamiento. La generación per cápita para el diseño de la planta de reciclaje es 0,071 kg/hab/día.
- También dentro del estudio de caracterización se tomó como parte del porcentaje la presencia de residuos peligrosos, los cuales serán destinados a un punto limpio, estos residuos peligrosos representan el 0,2% del total de residuos recolectados en un día, siendo su generación per cápita 0,0008 kg/hab/día.
- Para el relleno sanitario se consideró solo el porcentaje de residuos que no pueden ser reaprovechados y el porcentaje de residuos orgánicos perdidos, sumando un total de 13% de los residuos recolectados diariamente, siendo la generación per cápita de diseño 0,055 kg/hab/día, la cual será utilizada para el cálculo del área requerida.

### **1.8.2. Cantidad de Residuos Sólidos Generados**

Para calcular la cantidad de residuos generados se debe multiplicar la población (hab) por la generación per cápita (kg/hab/día) por cada año proyectado, en este caso considerando 20 años de vida útil, así mismo se debe tomar en cuenta el incremento de la generación per cápita con la que nos da el flujo de destino.

Con la nueva generación per cápita se procede a calcular la cantidad de residuos sólidos diarios kg/día.

$$\begin{aligned}
 \text{Cantidad de residuos sólidos diarios (kg/día)} &= \\
 &\text{Población (hab)} \times \text{ppc (kg/hab/día)} \\
 18872 \text{ hab} \times 0,067 \text{ kg/hab/día} &= 1271,07 \text{ kg/día}
 \end{aligned}$$

De igual manera se calculará la cantidad de residuos sólidos anuales, multiplicando lo obtenido diariamente por los 365 días que representa un año.

El resultado de la cantidad de residuos sólidos acumulados será la suma de la cantidad de residuos sólidos calculados desde el año 0 al año 20 en toneladas, de lo cual se obtuvo un total de 8315,41 toneladas generadas, tal como se presenta en la TABLA N° 4.

TABLA N° 4: CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS ACUMULADOS EN 20 AÑOS

AÑO		POBLACION (HAB)	ppc kg/hab/día	Cantidad de residuos sólidos		
				Diaria (kg/día)	Anual (t/año)	Acumulado (t)
2037	20	18872	0,067	1271,07	463,941	8315,408

Fuente: Elaboración Propia

### 1.8.3. Volumen de Residuos Sólidos Compactados

La cantidad de residuos sólidos producidos son llevados al relleno sanitario durante los días de recolección y son compactados.

Según el estudio de caracterización de la Municipalidad Distrital de Bellavista la densidad de los residuos compactados es de 414,44 kg/m<sup>3</sup>.

$$\frac{\text{Cantidad de residuos sólidos} \times (7/3) \times 365}{\text{densidad de residuos sólidos compactados}}$$

$$\frac{1271,07 \text{ kg/día} \times (7/3) \times 365 \text{ días}}{414,44 \text{ kg/m}^3}$$

$$2612,03 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Residuos Sólidos Compactados} = 2612,03 \text{ m}^3$$

El volumen de residuos sólidos compactados al año se calcula desde el año 0 hasta el año 20, de lo cual se obtuvieron 8578,42 m<sup>3</sup> de residuos compactados para el último año de vida útil del relleno.

### 1.8.4. Material de Cobertura

La cantidad de material de cobertura debe ser calculado desde el año 0 hasta el año 20; de dicho cálculo se obtuvieron 522,41 m<sup>3</sup> de material de cobertura al año.

$$\frac{\text{Volumen de residuos sólidos compactados} \times 20 \% \times 365 \text{ días}}{7,16 \text{ m}^3 \times 20\% \times 365 \text{ días}}$$

$$522,41 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Material de Cobertura} = 522,41 \text{ m}^3$$

### 1.8.5. Volumen de Residuos Sólidos Estabilizados

Para el cálculo del área requerida se consideró una densidad de 600 kg/m<sup>3</sup>, con lo que se obtuvo un total de 773,24 m<sup>3</sup>/año de residuos sólidos estabilizados para el año 20.

$$\frac{\text{Cantidad de residuos sólidos (kg/día)} \times 365 \text{ días}}{\text{Densidad de residuos estabilizados (kg/m}^3\text{)}}$$

$$\frac{1271,07 \text{ kg/día} \times 365 \text{ días}}{600 \text{ kg/m}^3}$$

$$600 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen de Residuos sólidos Estabilizados} = 773,24 \text{ m}^3$$

### 1.8.6. Volumen Total Requerido para la disposición de los Residuos Sólidos

Se consideró el volumen acumulado desde el calculado en el año 0 hasta el año 20 para obtener el total requerido para la disposición., de lo cual se obtuvo un total acumulado de 23222,31 m<sup>3</sup>.

$$\text{Volumen del relleno sanitario total} =$$

$$\text{Volumen Material de cobertura anual} + \text{Volumen Residuos Sólidos Estabilizados}$$

$$522,41 \text{ m}^3 + 773,24 \text{ m}^3 = 1295,64 \text{ m}^3$$

$$\text{Total, acumulado desde el año 0 al año 20} = 23\ 222,31 \text{ m}^3$$

### 1.8.7. Área Final Requerida

El área final requerida se obtiene dividiendo el volumen total requerido entre la altura de diseño del relleno, para el presente cálculo se consideró una altura de 3 m, por lo que la división del volumen total entre la altura del relleno nos da un área de 1,01 hectáreas.

$$\frac{\text{Volumen del relleno sanitario total}}{\text{Altura del relleno sanitario}}$$

$$\frac{23222,31 \text{ m}^3}{3 \text{ m}}$$

$$3 \text{ m}$$

$$0,77 \text{ hectáreas} + 20\% \text{ de área administrativa}$$

$$1,01 \text{ hectáreas}$$

$$1,01 \text{ hectáreas}$$

**VOLUMEN Y AREA REQUERIDA PARA CUBRIR LA DEMANDA DE SERVICIO DE DISPOSICION FINAL**

<b>TASA DE CRECIMIENTO</b>	0,64%
<b>GPC</b>	0,055 kg/hab/día
<b>DENSIDAD DE RESIDUOS ESTABILIZADOS</b>	600
<b>DENSIDAD DE RESIDUOS COMPACTADOS</b>	414,44
<b>CANTIDAD DE MATERIAL DE COBERTURA</b>	20%
<b>ALTURA DE RELLENO</b>	3,0 m
<b>INCREMENTO GPC</b>	1,00%
<b>DIAS DE RECOJO</b>	3
<b>PORCENTAJE DE AREA ADMINISTRATIVA</b>	30%

<b>AREA TOTAL HECTAREAS</b>	1,0
---------------------------------	-----

<b>AÑO</b>	<b>POBLACIÓN</b>
2016	16506
2017	16611
2018	16717

AÑO		POBLACION (HAB)	ppc kg/hab/día	Cantidad de residuos sólidos			Volumen (m3)						Area requerida (m2)		
				Diaria (kg/día)	Anual (t/año)	Acumulado (t)	Residuos solidos compactados		Material de cobertura		Residuos solidos estabilizados (m3/año)	Relleno sanitario		Relleno Ar	Total Ar
							Diaria (m3)	Anual (m3)	Diaria (m3)	Anual (m3)		(m3)	Acumulada		
2017	0	16611	0,055	916,92	334,675	334,675	5,16	1884,25	1,03	376,85	557,79	934,64	934,64	311,55	0,04
2018	1	16717	0,056	932,01	340,185	674,860	5,25	1915,27	1,05	383,05	566,97	950,03	1884,67	628,22	0,08
2019	2	16824	0,056	947,36	345,786	1020,646	5,33	1946,80	1,07	389,36	576,31	965,67	2850,34	950,11	0,12
2020	3	16932	0,057	962,96	351,479	1372,124	5,42	1978,86	1,08	395,77	585,80	981,57	3831,91	1277,30	0,17
2021	4	17040	0,057	978,81	357,266	1729,390	5,51	2011,44	1,10	402,29	595,44	997,73	4829,64	1609,88	0,21
2022	5	17149	0,058	994,92	363,148	2092,538	5,60	2044,55	1,12	408,91	605,25	1014,16	5843,80	1947,93	0,25
2023	6	17259	0,059	1011,31	369,126	2461,664	5,69	2078,21	1,14	415,64	615,21	1030,85	6874,65	2291,55	0,30
2024	7	17370	0,059	1027,96	375,204	2836,868	5,79	2112,43	1,16	422,49	625,34	1047,83	7922,48	2640,83	0,34
2025	8	17481	0,060	1044,88	381,381	3218,249	5,88	2147,21	1,18	429,44	635,64	1065,08	8987,55	2995,85	0,39
2026	9	17593	0,060	1062,08	387,660	3605,909	5,98	2182,56	1,20	436,51	646,10	1082,61	10070,16	3356,72	0,44
2027	10	17705	0,061	1079,57	394,043	3999,952	6,08	2218,49	1,22	443,70	656,74	1100,44	11170,60	3723,53	0,48
2028	11	17819	0,062	1097,34	400,530	4400,482	6,18	2255,02	1,24	451,00	667,55	1118,55	12289,16	4096,39	0,53
2029	12	17933	0,062	1115,41	407,124	4807,606	6,28	2292,15	1,26	458,43	678,54	1136,97	13426,13	4475,38	0,58
2030	13	18047	0,063	1133,77	413,827	5221,433	6,38	2329,88	1,28	465,98	689,71	1155,69	14581,81	4860,60	0,63
2031	14	18163	0,063	1152,44	420,641	5642,074	6,49	2368,24	1,30	473,65	701,07	1174,72	15756,53	5252,18	0,68
2032	15	18279	0,064	1171,41	427,566	6069,640	6,60	2407,23	1,32	481,45	712,61	1194,06	16950,59	5650,20	0,73
2033	16	18396	0,065	1190,70	434,605	6504,245	6,70	2446,87	1,34	489,37	724,34	1213,72	18164,30	6054,77	0,79
2034	17	18514	0,065	1210,30	441,761	6946,006	6,81	2487,15	1,36	497,43	736,27	1233,70	19398,00	6466,00	0,84
2035	18	18632	0,066	1230,23	449,034	7395,040	6,93	2528,10	1,39	505,62	748,39	1254,01	20652,01	6884,00	0,89
2036	19	18752	0,067	1250,48	456,427	7851,467	7,04	2569,72	1,41	513,94	760,71	1274,66	21926,67	7308,89	0,95
2037	20	18872	0,067	1271,07	463,941	8315,408	7,16	2612,03	1,43	522,41	773,24	1295,64	23222,31	7740,77	1,01

### 1.9. Diseño de Celda para Cubrir el Volumen Requerido

Para el diseño de la celda se usará el área obtenida para el Flujo de Destino II.

El método seleccionado para el relleno sanitario es el método de trinchera, considerando un volumen de área útil de 10063 m<sup>3</sup>, se diseñó que el área será abastecida solo en 1 celda.

Para el Talud de la celda se consideró una relación de 1:3, que es la recomendada para este tipo de celdas.

Se realiza dando dimensiones de largo y ancho aproximadamente para ser ubicadas en el terreno que disponemos, en este caso se dieron las dimensiones de 100 m de largo y 45 m de ancho, obteniendo así un área de 4500 m<sup>2</sup>.

$$\text{Área superior} = \text{ancho superior} \times \text{largo superior}$$

$$\text{Ancho superior} = 100 \text{ m} \times 45 \text{ m}$$

$$\text{Ancho superior} = 4500 \text{ m}^2$$

Luego de haber obtenido el área superior se le da una altura, la cual será la profundidad a la que llegará el relleno, para el presente proyecto se ha considerado una altura de 3 m de profundidad.

Una vez tenida las dimensiones de ancho superior, largo superior y altura, haciendo uso del talud ya seleccionado obtenemos las dimensiones de largo inferior y ancho inferior.

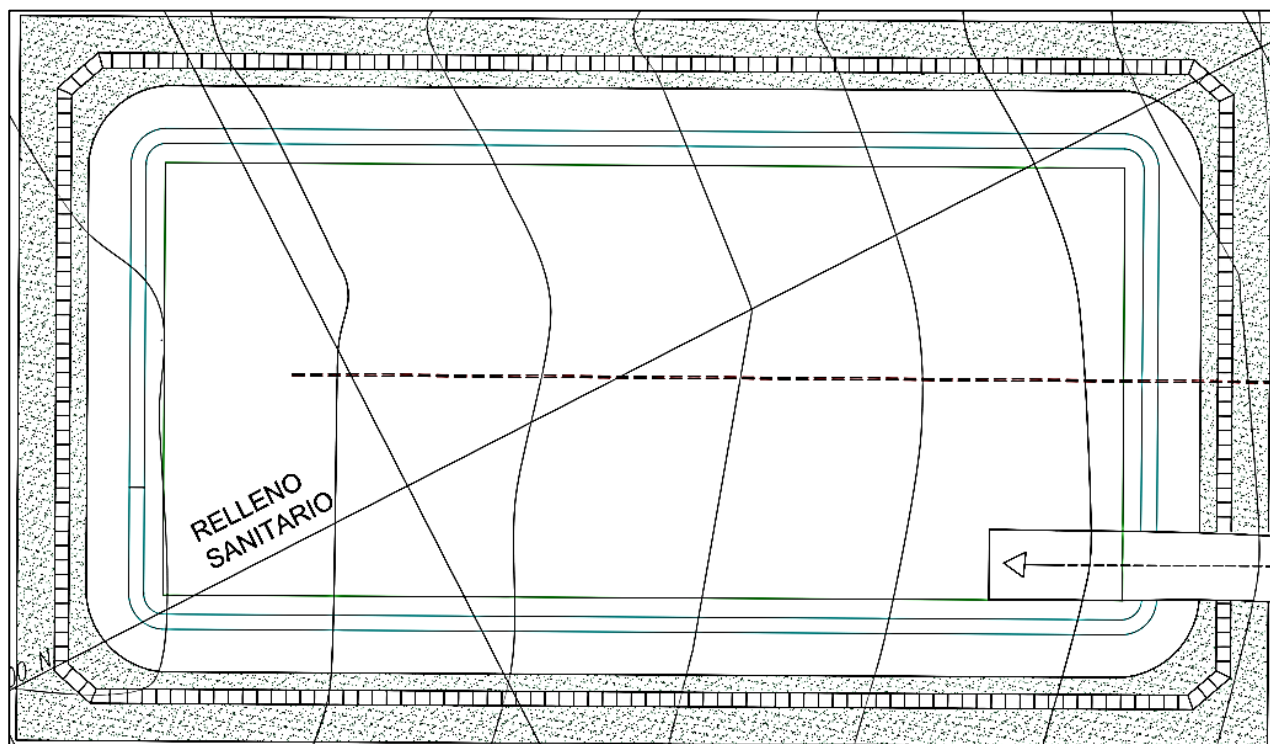
Tal como se muestra en la TABLA N°6, el volumen total que dispondrá la celda es de 10557 m<sup>3</sup>.

TABLA N° 5: CALCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA CELDA

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD
<b>Largo superior</b>	m	<b>100</b>
<b>Ancho superior</b>	m	<b>45</b>
Área superior	m <sup>2</sup>	4500
Altura	m	3
Talud de trinchera (V)		1
Talud de trinchera (H)		3
<b>Largo inferior</b>	m	<b>94</b>
<b>Ancho inferior</b>	m	<b>27</b>
Área Inferior	m	2538
<b>VUD</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>10557</b>

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 1. Planta del área destinada para el Relleno Sanitario



Fuente: Elaboración Propia

## 2. Diseño de la Planta de Reciclaje

### 2.1. Cálculo del Área Útil para la Planta de Reciclaje

Para el cálculo del área útil de la planta de reciclaje se consideró la generación per cápita designada en el flujo de destino, siendo esta generación de 0,071 kg/hab/día.

El área total se basa en la cantidad de residuos sólidos inorgánicos recogidos diariamente desde el año 0 hasta el año 20, de igual manera se debe considerar el incremento de la generación per cápita y el crecimiento poblacional.

Tal como se muestra la TABLA N°7 se obtuvieron un total de 29243,15 kg/año de residuos sólidos inorgánicos recolectados y 1631,563 kg/día.

TABLA N° 6: TOTAL DE RESIDUOS SOLIDOS INORGANICOS ACUMULADOS

Año		Población (Hab)	Gpc Kg/hab/día	Generación de RSI kg/día	Generación de RSI acumulado
2037	20	18872	0,086	1631,563	29243,15

Fuente: Elaboración propia.

Se consideró una densidad de residuos inorgánicos de 0,10 ton/día, con lo cual se obtuvo un volumen de 16,32 m<sup>3</sup>/día de residuos disponibles. Obteniendo un área total requerida de 318,15 m<sup>2</sup> considerando el 30% para espacios libres.

TABLA N° 7: CÁLCULO DEL AREA PARA RECICLAJE

Residuos Inorgánicos recepcionados	1,63	ton/día
Volumen de residuos inorgánicos disponibles	16,32	m <sup>3</sup> /día
Altura de recepción de los R.I.	2,00	m
Área de recepción diaria sería	8,16	m <sup>2</sup>
Área neta	244,73	m <sup>2</sup>
<b>AREA TOTAL REQUERIDA (30% espacios libres)</b>	<b>318,15</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración propia

## 2.2. Distribución del Área de la planta de reciclaje

La capacidad de la planta sería de 1,63 ton/día, para ello se hace necesario contar con las siguientes áreas:

### 2.2.1. Área de Recepción o descarga:

Se habilitará un área de recepción de 10 m<sup>2</sup> de área, en donde serán descargados los residuos sólidos segregados en fuente, dicha área se calculó tomando en cuenta; la densidad promedio de residuos sólidos suelto, y la generación es de 1,63 ton/día, se tendrá un volumen de 16,32 m<sup>3</sup>, determinándose una altura de 2 m, el área a requerir es de 8,16 m<sup>2</sup> adicionando espacios libres se tendría 10 m<sup>2</sup>.

### 2.2.2. Área de Segregación:

Se habilitará con una infraestructura de una faja de segregación, con soporte de estructura metálica, la longitud de la faja es de 18 metros de largo y contara con contenedores y se ubicaran en la parte horizontal de la transportadora recipientes de forma cuadrada donde se depositará los residuos sólidos segregados.

Las dimensiones de la faja ya están definidas tiene un criterio de facilidad de maniobrar los materiales a segregar y fácil trabajo de almacenamiento, la variable es aumentar el número de segregadores y conductos según la demanda de los residuos sólidos inorgánicos. En la siguiente figura, se denota la faja transportadora.



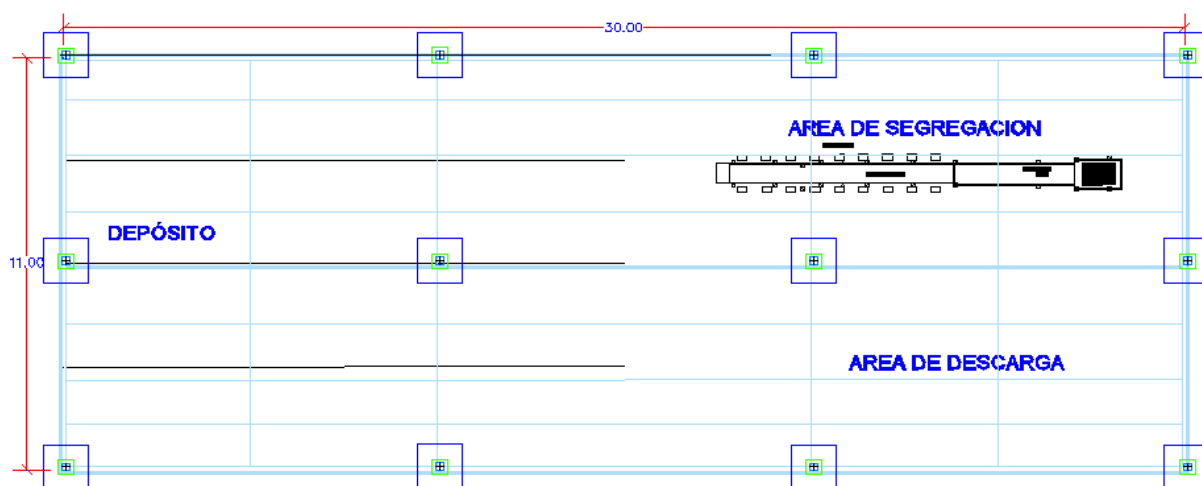
### 2.2.3. Área de patio de maniobra vehicular

Las dimensiones del área de patio de maniobra del vehículo están a base de las dimensiones del área de toda la planta que tiene que circular en el área de acopio y recepción, adoptando un 30% de espacios para maniobra.

### 2.2.4. Deposito

La zona de depósito está diseñada según los cálculos de diseño de los residuos sólidos inorgánicos segregados, compactados y sin compactar.

Ilustración 2. Planta de distribución de áreas en la zona de segregación



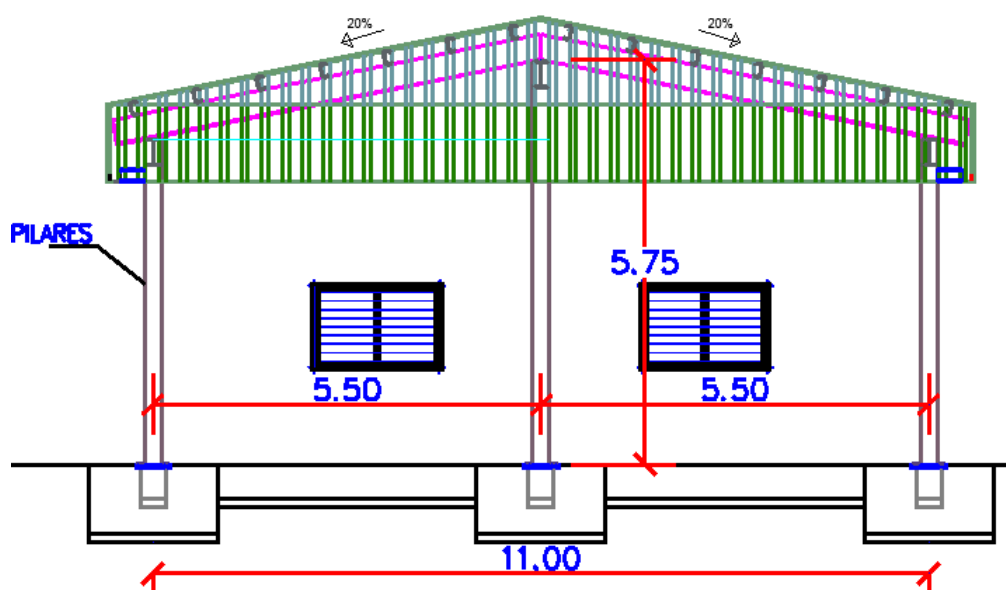
Fuente: Elaboración Propia

### 2.3. Estructuración del área de Reciclaje

Para el área de reciclaje se dispuso una nave industrial para permitir la funcionalidad correcta en cuanto a la distribución de áreas, alturas y luces de pórticos.

La estructura cuenta con un área de 11 x 30 metros, 3,30 metros de altura mínima y 5.75 metros de altura máxima, con una cobertura a dos aguas y una pendiente del 20% para que se permita la evacuación de aguas de lluvia, así también cuenta con una canaleta que desviará el agua acumulada.

Ilustración 3. Elevación lateral de la nave destinada para el área de segregación



Fuente: Elaboración Propia

## 3. Diseño de la Planta de Compostaje

### 3.1. Cálculo del Área Útil para la Planta de Compostaje

Para el cálculo del área útil de la planta de compostaje se consideró la generación per cápita designada en el flujo de destino, siendo esta generación de 0,296 kg/hab/día. El área total se basa en la cantidad de residuos sólidos orgánicos recogidos diariamente desde el año 0 hasta el año 20, de igual manera se debe considerar el incremento de la generación per cápita y el crecimiento poblacional. Tal como se muestra en la siguiente tabla, se obtuvieron un total de 122206,59 kg/año de residuos sólidos orgánicos recolectados y 6818,27 kg/día.

TABLA N° 8: TOTAL DE RESIDUOS SOLIDOS INORGANICOS ACUMULADOS

Año		Población (Hab)	GPC Kg/hab/día	Generación de RSO kg/día	Generación de RSO acumulado
2037	20	18872	0,361	6818,270	122206,59

Fuente: Elaboración propia.

Del cálculo del área para compostaje se obtuvo que se requiere un área de 1855,08 m<sup>2</sup> para abastecer la generación de residuos sólidos orgánicos.

TABLA N° 9: CALCULO DE AREA PARA COMPOSTAJE DE TIPO MANUAL

Generación de residuos sólidos orgánicos al año 2037	6818,27	kg
Densidad de residuos solidos	320,50	kg/m <sup>3</sup>
Volumen de residuos sólidos a compostar	21,27	m <sup>3</sup>
Teniendo una altura de	1,60	m
Área de recepción diaria sería	13,30	m <sup>2</sup>
Considerando un % adicional de área para maniobras	15,96	m <sup>2</sup>
Asumiendo que el compost tardara 3 meses	1340,25	m <sup>2</sup>
Área de para tamizaje, almacén y Administrativo	268,05	m <sup>2</sup>
<b>AREA TOTAL</b>	<b>1624,26</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
	<b>0,16</b>	<b>ha</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Distribución del Área de la planta de Compostaje.

#### 3.2.1. Área de Curado

Se habilitará un área de recepción 129 m<sup>2</sup>.

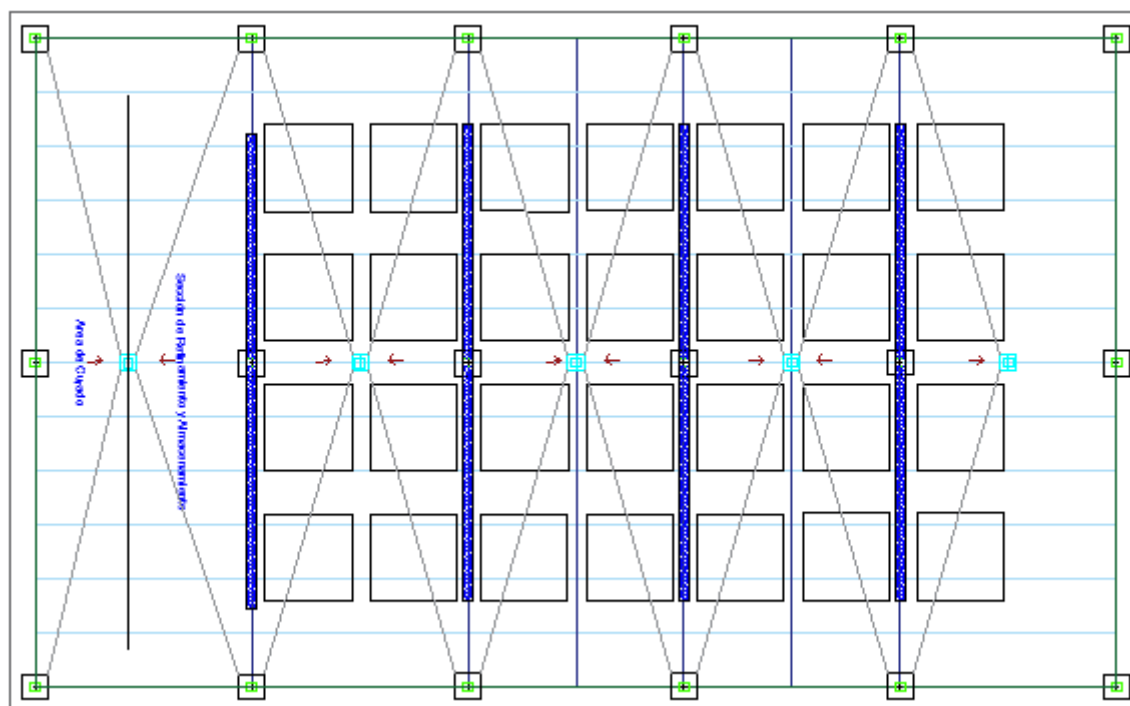
### 3.2.2. Sección de Refinamiento y Almacenamiento.

La zona de refinamiento y almacenamiento tiene un área de 100 m<sup>2</sup>.

### 3.2.3. Zona de Pilas de Compost

Se habilitará una zona para la conformación de las pilas con un área de 1200 m<sup>2</sup>, en donde serán colocados los residuos sólidos orgánicos una vez hayan pasado por el en fuente y los separados al momento de la segregación en el área de valoración de residuos, dicha área se calculó tomando en cuenta; la densidad promedio de residuos sólidos orgánicos suelto, el cual es de 0.6 ton/m<sup>3</sup>, y la generación es de 2.76 ton/día, se tendrá un volumen de 9.89 m<sup>3</sup>, determinándose una altura de 1.50m, el área a requerir es de 10m<sup>2</sup> adicionando espacios libre se tendría 15m<sup>2</sup>.

Ilustración 4. Planta de distribución del área de compostaje



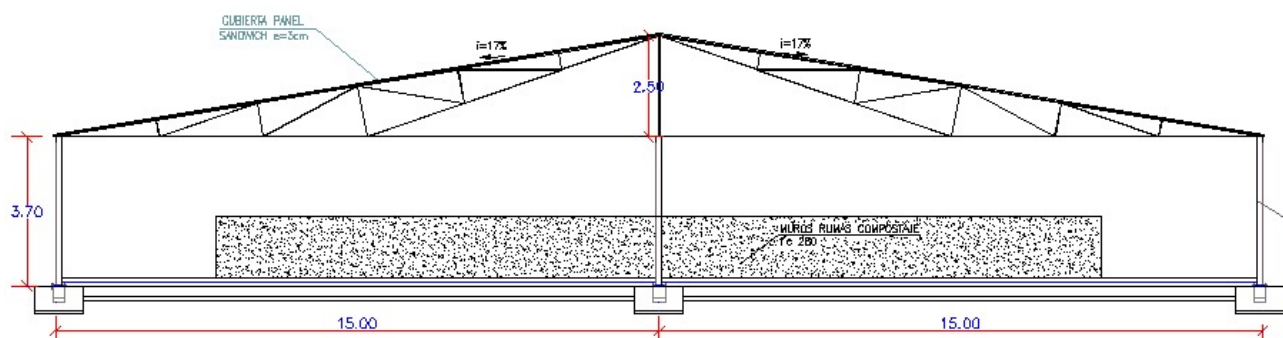
Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. Estructuración del área de Compostaje

Para el área de compostaje se dispuso una nave industrial para permitir la funcionalidad correcta en cuanto a la distribución de áreas, alturas y luces de pórticos. La estructura cuenta con un área de 30 x 50 metros, 3,70 metros de altura mínima y 6.20 metros de altura máxima, con una cobertura a dos aguas y una pendiente del 17% para

que se permita la evacuación de aguas de lluvia, así también cuenta con una canaleta que desviará el agua acumulada.

Ilustración 5. Elevación principal de la nave destinada para el área de compostaje



Fuente: Elaboración Propia

#### 4. Diseño del Área Administrativa

##### 4.1. Distribución del Área Administrativa

Para el área administrativa se destinaron 3 sectores con fines de cumplir la función de oficinas y centro de reuniones del personal que labora dentro del relleno sanitario, así como para el control de operaciones.

Ilustración 6. Planta de distribución del área administrativa



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2. Estructuración y predimensionamiento del Área Administrativa

Para el área administrativa se dispuso un módulo de concreto que permita la funcionalidad correcta en cuanto a la distribución de áreas, alturas y luces de pórticos. La estructura cuenta con un área de 6 x 5 metros, con luces de hasta 3 metros de altura, el techo es de concreto armado y cuenta con una pendiente del 2% para que se permita la evacuación de aguas de lluvia, así también cuenta con una canaleta que desviará el agua acumulada.

El predimensionamiento de los elementos se describe en la siguiente tabla:

TABLA N° 10: PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS

VIGAS	COLUMNAS			LOSA
$h = L/12$	$A = Pe/35\%F'C$		$A = Pe/40\%F'C$	$e = L/25$
$b = 0.25 \text{ m}$	$Pe = \text{Area tributaria} \times N^\circ \text{ pisos} \times P \text{ servicio}$			
$h = 0.25 \text{ m}$	28.06 cm <sup>2</sup>	56.12 cm <sup>2</sup>	112.24 cm <sup>2</sup>	0.12 m
DIMENSIONES FINALES				
VIGAS	COLUMNAS			LOSA
V-10X	C1	C2	C3	LX
25 x 25 cm	25 x 25 cm	25 x 25 cm	25 x 25 cm	0.17 m

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3. Análisis Sísmico

El modelamiento de la estructura se hizo mediante la aplicación del programa SAP2000, el cual se usó para la obtención de esfuerzos para su posterior el diseño.

Se consideraron los siguientes factores sísmicos:

TABLA N° 10: FACTORES SISMICOS

Z =	0.25	T <sub>p</sub> =	0.6
U =	1	0.2T <sub>p</sub> =	0.12
C =	2.5	TL =	2
S =	1.2	R =	8

Fuente: Elaboración propia

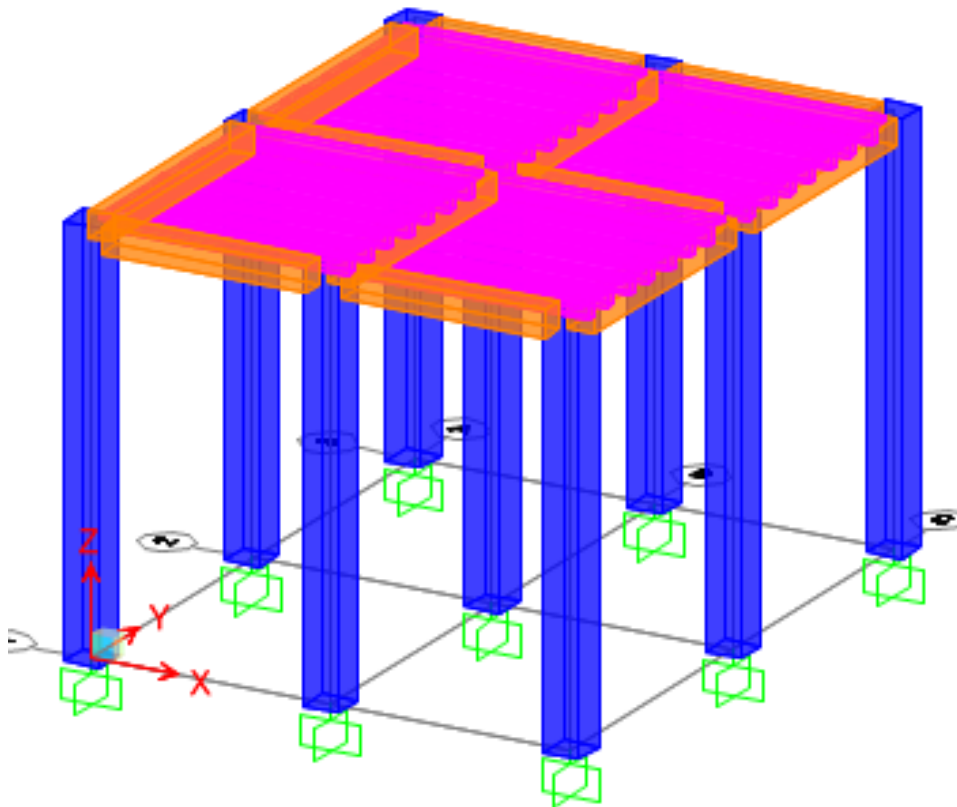
La norma E.030 nos dice que para una edificación de concreto armado el desplazamiento máximo entre piso por acción sísmica es de 0.007, para lo que se realizó el análisis obteniendo lo descrito en la TABLA N° 11:

TABLA N° 11: ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO ÁREA ADMINISTRATIVA

DIRECCION X-X				
ALTURA (cm)	$\Delta$ absolut-sap (cm)	$\Delta$ absoluto real (cm)	$\Delta$ relativo (cm)	DERIVA
400	0.1751	1.051	1.051	0.003
DIRECCION Y-Y				
ALTURA (cm)	$\Delta$ absolut-sap (cm)	$\Delta$ absoluto real (cm)	$\Delta$ relativo (cm)	DERIVA
400	0.1634	0.980	0.980	0.002

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 7. Modelado de la estructura del área administrativa



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4. Diseño de Elementos de Concreto

##### 4.4.1. Vigas Flexión y Cortante

Las vigas fueron diseñadas para soportar los esfuerzos de cargas muertas por el peso propio de la estructura, la sobrecarga dada por la carga viva de la azotea y los efectos sísmicos de la zona.

##### a) Diseño por Flexión

El momento máximo obtenido para el diseño de las vigas del programa SAP2000 es de  $-0.75287$  Tn-m, para el que se procederá a diseñar el refuerzo con los siguientes datos:

$$M_u = -0.75287 \text{ Tn-m}, b = 25 \text{ cm}, d = 25 - 4 - 0.95 - 2.54/2 = 18.78 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{0.75287 \times 10^5}{0.9 \times 4200 \times (18.78 - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s \times 4200}{0.85 \times 210 \times 25}$$

Realizamos el proceso de iteración, del que obtenemos que la cantidad de acero requerido es  $A_s = 1.09 \text{ cm}^2$ , el cual se cubrirá con 2 barras de 3/8", obteniendo un acero colocado de  $A_{so} = 1.42 \text{ cm}^2$ .

A continuación, se procedió a realizar la verificación de cuantía mínima y máxima para conocer si se realizara el diseño de la viga simplemente reforzada o doblemente reforzada, luego se realizó la verificación de ancho mínimo.

Hacemos la verificación por cuantía, de donde se obtiene que la cuantía del acero colocado es:

$$\text{Cuantía } \rho = \frac{2 \times 0.71 \text{ cm}^2}{25 \text{ cm} \times 18.78 \text{ cm}} = 0.0030$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$\rho_{min} = 0.70 \times \frac{\sqrt{210}}{4200} = 0.0024$$

$$\rho_{max} = 0.75 \times 0.0216 = 0.0162$$

$$p_b = 0.85 \times 0.85 \times \frac{210}{4200} \times \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) = 0.0216$$

Debido a que  $\rho = 0.0030 > \rho_{min} = 0.0024$ , el diseño cumple con cuantía mínima.

*Cantidad de aceros de refuerzo: Apoyo 1: 2  $\emptyset$  3/8; Apoyo 2: 2  $\emptyset$  3/8".*

### b) Diseño por cortante

Para continuar con el diseño de los elementos del área administrativa se procede a desarrollar a partir de los siguientes valores:

$$b = 25 \text{ cm}, h = 25 \text{ cm}, d=18,78 \text{ cm}, L=2,75 \text{ m},$$

$$CM = 1,1750 \text{ tn/m}, CV = 0,28 \text{ tn/m}, WU = 1.81 \text{ tn/m}$$

*Cantidad de aceros colocados: Apoyo 1: 2  $\emptyset$  3/8; Apoyo 2: 2  $\emptyset$  3/8".*

$$\text{Longitud de confinamiento} = 2 \times 25 / 100 = 0,5\text{m}$$

Al realizar la verificación  $\emptyset Vn \geq Vu$ , obtenemos que  $Vn$  es mayor que  $Vu$ , para lo que procedemos a realizar el cálculo de la separación de estribos, verificando las distancias mínimas que nos exige la norma, realizamos las verificaciones tanto de espaciamientos dentro y fuera de la zona de confinamiento para un diámetro de estribo de 1/4", obteniendo la siguiente distribución:

$$1@0,05, 5@ 0,09, \text{ resto @ } 0,20 ; 1@0,05, 7@ 0,07, \text{ resto @ } 0,20$$

#### 4.4.2. Diseño de Columnas

Las columnas fueron diseñadas para soportar los esfuerzos de flexión o flexo compresión generados por las cargas viva, muerta y sísmica.

Se realizó el modelamiento haciendo uso del SAP2000, de donde se obtuvieron las cargas  $P_u$  para los diferentes combos o combinaciones para la resistencia requerida según lo descrito en el RNE Norma E060.

Para lo que se procedió a la verificación por flexión o flexo compresión, en la siguiente tabla se presenta la verificación para el diseño en la columna con mayor área tributaria:

TABLA N° 12: VERIFICACIÓN POR DISEÑO

Sección	B = 0.25	H= 0.25	Pu < 0,1 * f'c * Ag		
f'c	2100	tn/m2			
Ag	0.0625	m2			
Columna	COMBO	Pu (tonf)	0,1*f'c*Ag	Diseño	
EJE B-B 2	5	1,4CM+1,7CV	-7.7301	13.125	FLEXION
		1,25CM+1,25CV+Sx	-6.692		FLEXION
		1,25CM+1,25CV-Sx	-6.692		FLEXION
		1,25CM+1,25CV+Sy	-6.692		FLEXION
		1,25CM+1,25CV-Sy	-6.692		FLEXION
		0,9CM+Sx	-4.113		FLEXION
		0,9CM-Sx	-4.113		FLEXION
		0,9CM+Sy	-4.113		FLEXION
		0,9CM-Sy	-4.113		FLEXION

Fuente: Elaboración Propia

Según el resultado que se obtiene al aplicar la ecuación se procede a diseñar por flexión, siguiendo el procedimiento que se realizó para el diseño de vigas, o un diseño por flexo compresión, el cual se diseñará haciendo uso del método de Bressler.

Para los momentos procedemos a realizar el diseño, considerando la cuantía mínima para columnas, la cual es 1%.

TABLA N° 13. DISEÑO DE COLUMNA CENTRADA

COMBO	P	M	As req	a	p req.	USAR	½	As Col	p	Verificación
U1	-7.730	-0.12	0.17	0.161	0.0004	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U2	-6.692	-0.43	0.61	0.575	0.0013	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U3	-6.692	-0.43	0.61	0.575	0.0013	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U4	-6.692	-0.42	0.61	0.572	0.0013	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U5	-6.692	-0.42	0.61	0.572	0.0013	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U6	-4.113	-0.43	0.61	0.575	0.0013	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U7	-4.113	-0.43	0.61	0.575	0.0013	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U8	-4.113	-0.42	0.61	0.572	0.0013	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U9	-4.113	-0.42	0.61	0.572	0.0013	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia.

Se obtuvo una sección de 0,25 x 0,25 m, con una cantidad de refuerzo de 6 barras de 1/2", para los estribos se distribuirá de la siguiente manera: 3/8": 1@0,05, 7@0,07, R@20.

Columna	Sección de columna			Lo				Condiciones de espaciamiento en zona de confinamiento			Condiciones de espaciamiento fuera de zona de confinamiento					Cuadro resumen de espaciamiento	
	b	h	Lu	h/6	B o T	Lmin	Lo	8db	b/2	Smin	16db	48dbe	B o T	d/2	Smin	Zona de confinamiento	Sin confinamiento
1	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
2	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
3	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
4	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
5	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
6	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
7	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
8	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
9	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00

Fuente: Elaboración Propia.

El mismo proceso de diseño se realizó para todas las columnas por efectos de flexión y cortante, lo cual se describe en los planos en el Anexo 11.

#### 4.4.3. Diseño de Cimentación

El tipo de cimentación que se utilizó fue de zapatas aisladas, para dimensionar las zapatas se realizó con los esfuerzos admisibles, verificando que no existan tracciones en el suelo y verificando que las presiones en el área tributaria sean menores al q neto.

Del SAP2000, obtenemos los valores de las cargas de donde se verifica que las presiones ejercidas deber ser resistidas por el q neto, q admisible y q de sismo.

$$\frac{\text{Resistencia SAP}}{\text{area}} \leq \delta_{\text{neto}}$$

Para el predimensionamiento de las zapatas se tomó la carga dada por la combinación CM+CV y CM+CV+0,8S, de donde se obtuvo una dimensión de 1,00m x 1,00m para una sección cuadrada; todas las zapatas fueron diseñadas como zapata centrada.

Para la altura de la zapata se consideró que esta debe ser mayor a  $L_v/2$  y a la altura mínima descrita en la E.060, medida desde la cara del refuerzo inferior no menor a 300 mm.

$$\frac{L_v}{2} \leq h$$

$$\frac{0.375}{2} \leq h$$

Obteniendo  $h = 0.1875$  m, siendo la altura mínima 30 cm, por lo que se tomara la altura de  $h = 0.40$  m considerando el espacio del recubrimiento inferior.

TABLA N° 14. DIMENSIONAMIENTO DE ZAPATAS

	CARGAS SAP				CM+CV (kg) ó		Área (cm <sup>2</sup> )	Dimensiones aparentes		Dimensiones finales	
	Carga	P (Tn)	Mx (Tn.m)	My (Tn.m)	CM+CV+0.8S			Lado (cm)	Base (cm)	Lado (cm)	Base (cm)
COLUMNA CENTRO	CM	4.570	0.770	0.383	Sin sismo	7353.5	7992.93	90	90	100	100
	CV	2.784	0.103	0.717							
	Sx	1.205		0.427	Con sismo	8317.74	6954.63	85	85		
	Sy	1.211	0.425								
COLUMNA BORDE	CM	2.887	0.012	0.307	Sin sismo	4299.7	4673.59	70	70	100	100
	CV	1.413	0.002	0.010							
	Sx	0.238		0.360	Con sismo	4490.26	3754.4	65	65		
	Sy	0.425	0.420								
COLUMNA ESQUINA	CM	1.432	0.042	0.010	Sin sismo	1559.6	1695.22	45	45	100	100
	CV	0.128	0.086	0.020							
	Sx	0.237		0.409	Con sismo	1749.2	1462.54	40	40		
	Sy	0.201	0.398								

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de acero se procedió la verificación por flexión, punzonado y torsor, de donde se verificó también dimensiones y cuantías mínimas.

El acero por usar en las zapatas es:

$$X = 1,00 \text{ m}, Y = 1,00 \text{ m}$$

$$H_z = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{Acero } X = 1 \varnothing \frac{1}{2} \text{ "@ } 0,175 \text{ m}$$

$$\text{Acero } Y = 1 \varnothing \frac{1}{2} \text{ "@ } 0,175 \text{ m}$$

Verificación de cuantía (Acero mínimo):

$$\text{Para una sección de } 1,0 \times 1,0 \text{ m, } h = 40 \text{ cm, } f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,0018 \times 100 \times 40$$

$$A_{s \text{ min}} = 7,20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$1 \varnothing \frac{1}{2} \text{ "@ } 0,175 \text{ m}$$

#### 4.4.4. Diseño de Losa Aligerada

Las losas de las estructuras fueron diseñadas para soportar los esfuerzos de carga viva y carga muerta propia de la estructura, para lo que se consideró una losa aligerada en una sola dirección, considerando viguetas de sección T, cuyo diseño se debe realizar siguiendo las fórmulas de diseño de vigas por flexión.

El acero distribuido en la losa debe cumplir con las verificaciones de cuantía mínima y de cortante.

$$P_{\text{min por temperatura}} = 0,0018$$

Se realizó el modelamiento haciendo uso del SAP2000, de donde se obtuvieron las cargas por servicio para realizar el diseño por paños de las losas de cada estructura.

Se trabajó con los siguientes datos:

$$b = 40 \text{ cm, } h = 12 \text{ cm, } h_f = 5 \text{ cm, } \text{recubrimiento} = 2 \text{ cm,}$$

$$M_{sup1,3} = +12.09 \text{ kg-cm, } M_{sup2} = +54.32 \text{ kg-cm, } M_{inf1,2} = -36.28 \text{ kg-cm}$$

0.71	1.27	1.27
0.71	0.71	0.71
12.09	54.32	12.09
36.28	36.28	36.28

Para lo que se obtuvo la siguiente cantidad de acero:

*Para el acero principal:  $pt= 0,0018$ ,  $b=100\text{ cm}$ ,  $\phi= 3/8''$   $f'c= 210\text{ kg/cm}^2$*

*As min requerido =  $0,45\text{ cm}^2$*

*Acero a usar:  $1\phi 3/8'' @ 20\text{ cm}$*

*Para el acero de temperatura:  $pt= 0,0018$ ,  $b=100\text{ cm}$ ,  $\phi= 1/4''$ ,  $f'c= 210\text{ kg/cm}^2$*

*As min requerido =  $0,90\text{ cm}^2$*

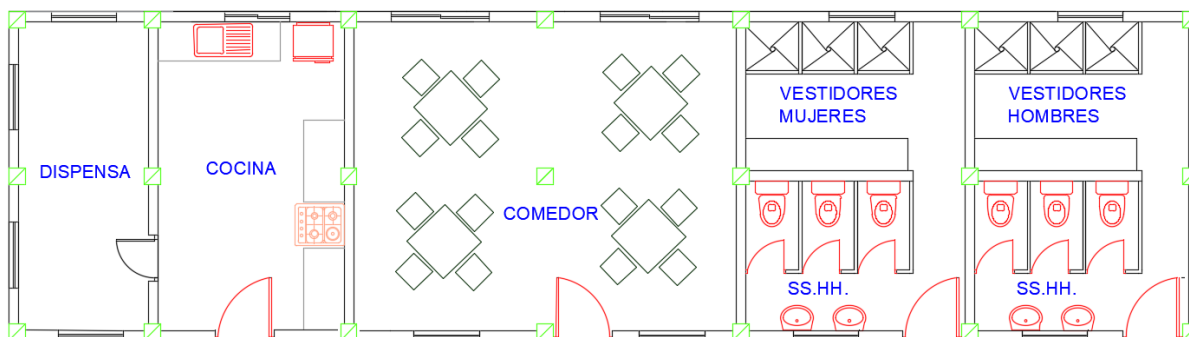
*Acero por usar:  $1\phi 1/4'' @ 25\text{ cm}$*

## 5. Diseño del Área Común

### 5.1. Distribución del Área Común

Para el área común se destinaron 5 secciones con fines de cumplir la función de dispensa (para el almacenamiento de alimentos), cocina (para la preparación de alimentos), comedor, vestidores y servicios higiénicos para el personal trabajador de la infraestructura.

Ilustración 8. Planta de distribución del área común



Fuente: Elaboración Propia

### 5.2. Estructuración y predimensionamiento del Área Común

Para el área común se dispuso un módulo de concreto para permitir la funcionalidad correcta en cuanto a la distribución de áreas, alturas y luces de pórticos. La estructura cuenta con un área de  $18,20 \times 5$  metros;  $3,0$  metros de altura; el techo es de concreto armado y cuenta con una pendiente del  $2\%$  para que se permita la evacuación de aguas de lluvia, así también cuenta con una canaleta que desviará el agua acumulada, el predimensionamiento de los elementos se describe en la siguiente tabla:

TABLA N° 15: PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS

VIGAS		COLUMNAS			LOSA
$h = L/12$	$h = L/12$	ESQUINA	MEDIO	CENTRADA	$e = L/25$
$b = 0.25 \text{ m}$	$b = 0.25 \text{ m}$	$A = Pe/35\%F'C$	$A = Pe/35\%F'C$	$A = Pe/40\%F'C$	$e = 3.50/25$
$h = 0.21 \text{ m}$	$h = 0.29 \text{ m}$	29.76 cm <sup>2</sup>	59.52 cm <sup>2</sup>	114.58 cm <sup>2</sup>	0.14 m
$Ly = 2.5 \text{ m}$	$Lx = 3.5 \text{ m}$				
DIMENSIONES FINALES					
VIGAS		COLUMNAS			LOSA
V-10Y	V-10X	C1	C2	C3	LX
25 x 25 cm	25 x 30 cm	25 x 25 cm	25 x 25 cm	25 x 25 cm	0.17 m

Fuente: Elaboración propia

### 5.3. Análisis Sísmico

El modelamiento de la estructura se hizo mediante la aplicación del programa SAP2000, el cual se usó para la obtención de esfuerzos para su posterior el diseño.

Se consideraron los siguientes factores sísmicos:

TABLA N° 16: FACTORES SISMICOS

<b>Z =</b>	0.25	<b>T<sub>p</sub> =</b>	0.6
<b>U =</b>	1	<b>0.2T<sub>p</sub> =</b>	0.12
<b>C =</b>	2.5	<b>TL =</b>	2
<b>S =</b>	1.2	<b>R =</b>	8

Fuente: Elaboración propia

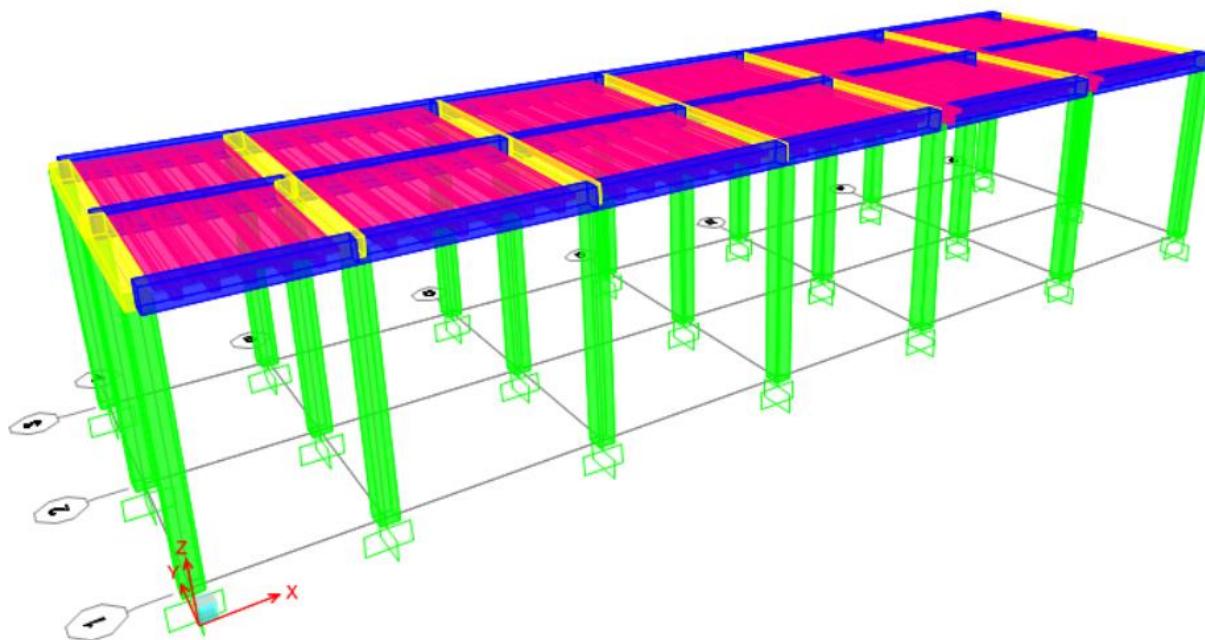
La norma E.030 nos menciona que para una edificación de concreto armado el desplazamiento máximo entre piso por acción sísmica es de 0.007, para lo que se realizó el análisis obteniendo lo descrito en la TABLA N° 17:

TABLA N° 17: ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO ÁREA COMÚN

<b>DIRECCION X-X</b>				
<b>ALTURA (cm)</b>	<b>Δ absolut-sap (cm)</b>	<b>Δ absoluto real (cm)</b>	<b>Δ relativo (cm)</b>	<b>DERIVA</b>
400	0.143	0.859	0.859	0.002
<b>DIRECCION Y-Y</b>				
<b>ALTURA (cm)</b>	<b>Δ absolut-sap (cm)</b>	<b>Δ absoluto real (cm)</b>	<b>Δ relativo (cm)</b>	<b>DERIVA</b>
400	0.192	1.152	1.152	0.003

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9. Modelado de la estructura del área común



Fuente: Elaboración Propia

## 5.4. Diseño de Elementos de Concreto

### 5.4.1. Vigas Flexión y Cortante

Las vigas fueron diseñadas para soportar los esfuerzos de cargas muertas por el peso propio de la estructura, la sobrecarga dada por la carga viva de la azotea y los efectos sísmicos de la zona.

#### a) Diseño por Flexión

El momento máximo obtenido para el diseño de las vigas del programa SAP2000 es de  $-0.69088 \text{ Tn}\cdot\text{m}$ , para el que se procederá a diseñar el refuerzo con los siguientes datos:

$$M_u = 0.69088 \text{ Tn}\cdot\text{m}, b = 25 \text{ cm}, d = 30 - 4 - 0.95 - 2.54/2 = 23.78 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{0.69088 \times 10^5}{0.9 \times 4200 \times \left(23.78 - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{A_s \times 4200}{0.85 \times 210 \times 25}$$

Realizamos el proceso de iteración, del que obtenemos que la cantidad de acero requerido es  $A_s = 1.74 \text{ cm}^2$ , el cual se cubrirá con 2 barras de  $3/8''$  + 1 bastón de  $3/8''$ , obteniendo un acero colocado de  $A_{so} = 2.13 \text{ cm}^2$ .

A continuación, se procede a realizar la verificación de cuantía mínima y máxima para conocer si se realizara el diseño de la viga simplemente reforzada o doblemente reforzada, luego se realiza la verificación de ancho mínimo.

Hacemos la verificación por cuantía, de donde se obtiene que la cuantía del acero colocado es:

$$\text{Cuantía } \rho = \frac{3 \times 0.71 \text{ cm}^2}{25 \text{ cm} \times 23.78 \text{ cm}} = 0.003024$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$\rho_{\min} = 0.70 \times \frac{\sqrt{210}}{4200} = 0.0024$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \times 0.0216 = 0.0162$$

$$p_b = 0.85 \times 0.85 \times \frac{210}{4200} \times \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) = 0.0216$$

Debido a que  $\rho = 0.0030 > \rho_{\min} = 0.0024$ , el diseño cumple con cuantía mínima.

*Cantidad de aceros de refuerzo: Sección 1: 2 Ø 3/8" + 1 Ø 3/8".*

#### b) Diseño por cortante

Para continuar con el diseño de los elementos del área común se procede a desarrollar a partir de los siguientes valores:

$$\text{Sección 1: } b = 25 \text{ cm, } h = 30 \text{ cm, } d = 23.78 \text{ cm, } L1 = 1.50 \text{ m,}$$

$$CM = 0.735 \text{ tn/m, } CV = 0.15 \text{ tn/m, } WU = 1.11 \text{ tn/m}$$

*Cantidad de aceros colocados Sección 1: Apoyo 1: 3 Ø 3/8"; Apoyo 2: 2 Ø 3/8".*

$$\text{Longitud de confinamiento} = 2 \times 25 / 100 = 0.5 \text{ m}$$

Al realizar la verificación  $\phi V_n \geq V_u$ , obtenemos que  $V_n$  es mayor que  $V_u$ , para lo que procedemos a realizar el cálculo de la separación de estribos, verificando las distancias mínimas que nos exige la norma, realizamos las verificaciones tanto de espaciamientos dentro y fuera de la zona de confinamiento para un diámetro de estribo de 3/8", obteniendo la siguiente distribución:

$$\text{Sección 1: } 1 @ 0.05, 5 @ 0.14, \text{ resto } @ 0.20$$

$$\text{Sección 2: } 1 @ 0.05, 7 @ 0.07, \text{ resto } @ 0.20$$

#### 5.4.2. Diseño de Columnas

Las columnas fueron diseñadas para soportar los esfuerzos de flexión o flexo compresión generados por las cargas viva, muerta y sísmica.

Se realizó el modelamiento haciendo uso del SAP2000, de donde se obtuvieron las cargas  $P_u$  para los diferentes combos o combinaciones para la resistencia requerida según lo descrito en el RNE Norma E060.

Para lo que se procedió a la verificación por flexión o flexo compresión, en la siguiente tabla se presenta la verificación para el diseño en la columna con mayor área tributaria:

**TABLA N° 18: VERIFICACIÓN POR DISEÑO**

Sección	b	h		
1	0.25	0.25	$P_u < 0,1 * f'c * A_g$	
$f'c$	2100	tn/m <sup>2</sup>		
$A_g$	0.0625	m <sup>2</sup>		
12	1,4CM+1,7CV		-6.7682	FLEXION
	1,25CM+1,25CV+Sx		-6.0825	FLEXION
	1,25CM+1,25CV-Sx		-6.0825	FLEXION
	1,25CM+1,25CV+Sy		-6.0431	FLEXION
	1,25CM+1,25CV-Sy		-6.0431	FLEXION
	0,9CM+Sx		-4.3904	FLEXION
	0,9CM-Sx		-4.3904	FLEXION
	0,9CM+Sy		-4.351	FLEXION
	0,9CM-Sy		-4.351	FLEXION

Fuente: Elaboración Propia

Según el resultado que se obtiene al aplicar la ecuación se procede a diseñar por flexión, siguiendo el procedimiento que se realizó para el diseño de vigas, o un diseño por flexo compresión, el cual se diseñará haciendo uso del método de Bressler. Para los momentos procedemos a realizar el diseño, considerando la cuantía mínima para columnas, la cual es 1%.

**TABLA N° 19. DISEÑO DE COLUMNA CENTRADA**

COMBO	P	M	As req	a	p req.	USAR	1/2	As	p	Verificación
U1	-6.768	-0.077	0.11	0.10	0.000231	p min	6	7.74	0.0124	CUMPLE
U2	-6.083	-0.510	0.73	0.69	0.001558	p min	6	7.74	0.0124	CUMPLE
U3	-6.083	-0.510	0.73	0.69	0.001558	p min	6	7.74	0.0124	CUMPLE
U4	-6.043	-0.498	0.71	0.67	0.001520	p min	6	7.74	0.0124	CUMPLE
U5	-6.043	-0.498	0.71	0.67	0.001520	p min	6	7.74	0.0124	CUMPLE
U6	-4.390	-0.491	0.70	0.66	0.001498	p min	6	7.74	0.0124	CUMPLE
U7	-4.390	-0.491	0.70	0.66	0.001498	p min	6	7.74	0.0124	CUMPLE
U8	-4.351	-0.498	0.71	0.67	0.001520	p min	6	7.74	0.0124	CUMPLE
U9	-4.351	-0.498	0.71	0.67	0.001520	p min	6	7.74	0.0124	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia.

Se obtuvo una sección de 0,25 x 0,25 m, con una cantidad de refuerzo de 6 barras de 1/2", para los estribos se distribuirá de la siguiente manera: 3/8": 1@0,05, 6@0,07, R 0.2

C	Sección de columna			Lo			Condiciones en zona de confinamiento			Condiciones de espaciamiento fuera de zona de confinamiento					Cuadro resumen de espaciamiento			
	b	h	Lu	h/6	B o T	L min	Lo	8db	b/2 o t/2	Smin	16db	48db e	B o T	d/2	S min	Zona de confinamiento		Sin confinamiento
1	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
2	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
3	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
4	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
5	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
6	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
7	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
8	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
9	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
10	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
11	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
12	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00
	25	25	275	45.83	25	50	50.00	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 5.00	6 @ 7.00	R @ 20.00

Fuente: Elaboración Propia.

El mismo proceso de diseño se realizó para todas las columnas por efectos de flexión y cortante, lo cual se describe en los planos en el Anexo 11.

### 5.4.3. Diseño de Cimentación

El tipo de cimentación que se utilizó fue de zapatas aisladas, para dimensionar las zapatas se realizó con los esfuerzos admisibles, verificando que no existan tracciones en el suelo y verificando que las presiones en el área tributaria sean menores al q neto.

Del SAP2000, obtenemos los valores de las cargas de donde se verifica que las presiones ejercidas deben ser resistidas por el q neto, q admisible y q de sismo.

$$\frac{\text{Resistencia SAP}}{\text{area}} \leq \delta_{\text{neto}}$$

Para el predimensionamiento de las zapatas se tomó la carga dada por la combinación CM+CV y CM+CV+0,8S, de donde se obtuvo una dimensión de 1,00m x 1,00m para una sección cuadrada, todas las zapatas fueron diseñadas como zapata centrada.

Para la altura de la zapata se consideró que esta debe ser mayor a  $L_v/2$  y a la altura mínima descrita en la E.060, medida desde la cara del refuerzo inferior no menor a 300 mm.

$$\frac{L_v}{2} \leq h$$

$$\frac{0.375}{2} \leq h$$

Obteniendo  $h = 0.1875$  m, siendo la altura mínima 30 cm, por lo que se tomara la altura de  $h = 0.40$  m considerando el espacio del recubrimiento inferior.

TABLA N° 20. DIMENSIONAMIENTO DE ZAPATAS

	CARGAS SAP				CM+CV (kg) ó		Área (cm <sup>2</sup> )	Dimensiones aparentes		Dimensiones finales	
	Carga	P (Tn)	Mx (Tn.m)	My (Tn.m)	CM+CV+0.8S			Lado (cm)	Base (cm)	Lado (cm)	Base (cm)
COLUMNA CENTRO	CM	-4.835	0.012	-0.055	Sin sismo	5639.1	6129.46	80	80	100	100
	CV	-0.805	0.031	-0.012							
	Sx	0.041		0.458	Con sismo	5606.38	4687.61	70	70		
	Sy	0.098	0.516								
COLUMNA BORDE	CM	-2.951	0.069	-0.039	Sin sismo	3336.4	3626.52	65	65	100	100
	CV	-0.386	0.014	-0.007							
	Sx	0.614		0.460	Con sismo	2845.2	2378.93	50	50		
	Sy	0.317	0.537								
COLUMNA ESQUINA	CM	-1.542	-0.051	0.130	Sin sismo	1684	1830.43	45	45	100	100
	CV	-0.142	-0.092	0.024							
	Sx	0.161		0.411	Con sismo	1555.52	1300.6	40	40		
	Sy	0.274	0.561								

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de acero se procedió la verificación por flexión, punzonado y torsor, de donde se verifico también dimensiones y cuantías mínimas. El acero por usar en las zapatas es:

$$X = 1,00 \text{ m}$$

$$Y = 1,00 \text{ m}$$

$$H_z = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{Acero } X = 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2 \text{ " @ } 0,175 \text{ m, Acero } Y = 1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2 \text{ " @ } 0,175 \text{ m}$$

Verificación de cuantía (Acero mínimo):

$$\text{Para una sección de } 1,0 \times 1,0 \text{ m, } h = 40 \text{ cm, } f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,0018 \times 100 \times 40$$

$$A_{s \text{ min}} = 7,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$1 \text{ } \emptyset \text{ } 1/2 \text{ " @ } 0,175 \text{ m}$$

### 5.5. Diseño de Losa Aligerada

Las losas de las estructuras fueron diseñadas para soportar los esfuerzos de carga viva y carga muerta propia de la estructura, para lo que se consideró una losa aligerada en una sola dirección, considerando viguetas de sección T, cuyo diseño se debe realizar siguiente las fórmulas de diseño de vigas por flexión.

El acero distribuido en la losa debe cumplir con las verificaciones de cuantía mínima y de cortante.

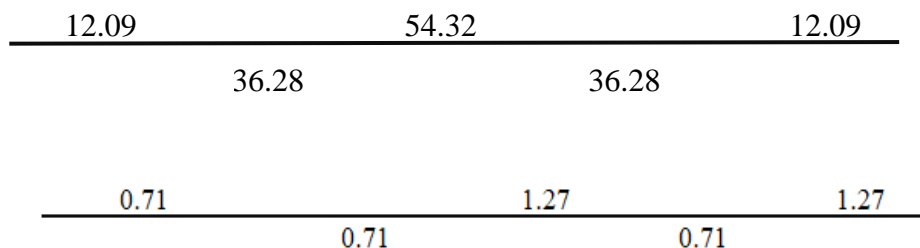
$$P \text{ min por temperatura} = 0,0018$$

Se realizó el modelamiento haciendo uso del SAP2000, de donde se obtuvieron las cargas por servicio para realizar el diseño por paños de las losas de cada estructura.

Se trabajo con los siguientes datos:

$$b = 40 \text{ cm, } h = 12 \text{ cm, } h_f = 5 \text{ cm, } \text{recubrimiento} = 2 \text{ cm,}$$

$$M_{sup1,3} = +12.09 \text{ kg-cm, } M_{sup2} = +54.32 \text{ kg-cm, } M_{inf1,2} = -36.28 \text{ kg-cm}$$



Para lo que se obtuvo la siguiente cantidad de acero:

*Para el acero principal:  $pt= 0,0018$ ,  $b=100\text{ cm}$ ,  $\phi= 3/8''$   $f'c= 210\text{ kg/cm}^2$*

*As min requerido =  $0,45\text{ cm}^2$*

*Acero a usar:  $1\phi 3/8'' @ 20\text{ cm}$*

*Para el acero de temperatura:  $pt= 0,0018$ ,  $b=100\text{ cm}$ ,  $\phi= 1/4''$ ,  $f'c= 210\text{ kg/cm}^2$*

*As min requerido =  $0,90\text{ cm}^2$*

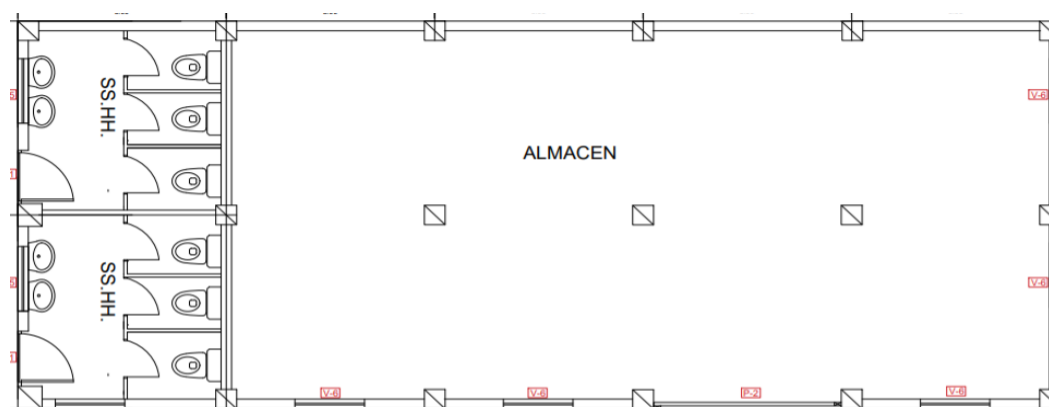
*Acero a usar:  $1\phi 1/4'' @ 25\text{ cm}$*

## 6. Diseño del Almacén Y Baños

### 6.1. Distribución del Almacén y Baños.

Para el almacén y baños se destinaron 2 sectores con fines de cumplir la función de almacén para la contención del compost obtenido y dispuesto para su utilización y venta y centro de reuniones del personal que labora dentro del relleno sanitario, así como para el control de operaciones.

Ilustración 9. Planta de distribución del Almacén y Baños



Fuente: Elaboración propia

### 6.2. Estructuración del Almacén y Baños.

Para el almacén y baños se dispuso un módulo de concreto para permitir la funcionalidad correcta en cuanto a la distribución de áreas, alturas y luces de pórticos. La estructura cuenta con un área de  $15,00 \times 6$  metros;  $3,5$  metros de altura; el techo es de concreto armado y cuenta con una pendiente del  $2\%$  para que se permita la evacuación de aguas de lluvia, así también cuenta con una canaleta que desviará el agua acumulada, el predimensionamiento de los elementos se describe en la siguiente tabla:

TABLA N° 21: PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS

VIGAS	COLUMNAS			LOSA
$h = L/12$	ESQUINA	MEDIO	CENTRADA	$e = L/25$
$b = 0.25 \text{ m}$	$A = Pe/35\%F'C$	$A = Pe/35\%F'C$	$A = Pe/40\%F'C$	
$h = 0.25 \text{ m}$	30.61 cm <sup>2</sup>	61.22 cm <sup>2</sup>	122.45 cm <sup>2</sup>	0.12 m
DIMENSIONES FINALES				
VIGAS	COLUMNAS		LOSA	
V-10X	C1	C2	LX	
25 x 25 cm	25 x 30 cm	25 x 25 cm	0.17 m	

Fuente: Elaboración propia

### 6.3. Análisis Sísmico

El modelamiento de la estructura se hizo mediante la aplicación del programa SAP2000, el cual se usó para la obtención de esfuerzos para su posterior el diseño.

Se consideraron los siguientes factores sísmicos:

TABLA N° 16: FACTORES SISMICOS

Z =	0.25	T <sub>p</sub> =	0.6
U =	1	0.2T <sub>p</sub> =	0.12
C =	2.5	TL =	2
S =	1.2	R =	8

Fuente: Elaboración propia

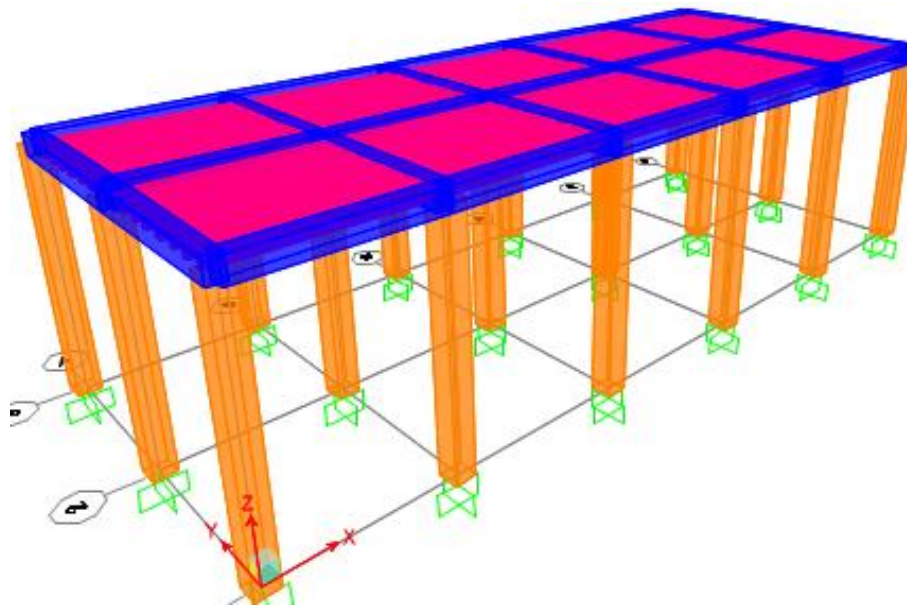
La norma E.030 nos menciona que para una edificación de concreto armado el desplazamiento máximo entre piso por acción sísmica es de 0.007, para lo que se realizó el análisis obteniendo lo descrito en la TABLA N° 22:

TABLA N° 22: ANÁLISIS DE DESPLAZAMIENTO ÁREA COMÚN

DIRECCION X-X				
ALTURA (cm)	$\Delta$ absolut-sap (cm)	$\Delta$ absoluto real (cm)	$\Delta$ relativo (cm)	DERIVA
450	0.319	1.913	1.913	0.004
DIRECCION Y-Y				
ALTURA (cm)	$\Delta$ absolut-sap (cm)	$\Delta$ absoluto real (cm)	$\Delta$ relativo (cm)	DERIVA
450	0.382	2.294	2.294	0.005

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10. Modelado de la estructura del almacén y baños



Fuente: Elaboración propia

## 6.4. Diseño de los Elementos de Concreto Armado

### 6.4.1. Vigas Flexión y Cortante

Las vigas fueron diseñadas para soportar los esfuerzos de cargas muertas por el peso propio de la estructura, la sobrecarga dada por la carga viva de la azotea y los efectos sísmicos de la zona.

#### a) Diseño por Flexión

El momento máximo obtenido para el diseño de las vigas del programa SAP2000 es de -2.60248 Tn-m, para el que se procederá a diseñar el refuerzo con los siguientes datos:

$$M_u = 2.2338 \text{ Tn-m}, b = 25 \text{ cm}, d = 25 - 4 - 0,95 - 2,54/2 = 18,78 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{2.60248 \times 10^5}{0,9 \times 4200 \times (18,78 - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s \times 4200}{0,85 \times 210 \times 25}$$

Realizamos el proceso de iteración, del que obtenemos que la cantidad de acero requerido es  $A_s = 2.49 \text{ cm}^2$ , el cual se cubrirá con 2 barras de 3/8" + 1 barra de 3/8", obteniendo un acero colocado de  $A_{so} = 2.84 \text{ cm}^2$ .

A continuación, se procede a realizar la verificación de cuantía mínima y máxima para conocer si se realizara el diseño de la viga simplemente reforzada o doblemente reforzada, luego se realiza la verificación de ancho mínimo.

Hacemos la verificación por cuantía, de donde se obtiene que la cuantía del acero colocado es:

$$\text{Cuantía } \rho = \frac{3 \times 0.71 \text{ cm}^2}{25 \text{ cm} \times 18,78 \text{ cm}} = 0,00296$$

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$\rho_{\min} = 0,70 \times \frac{\sqrt{210}}{4200} = 0,0024$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times 0,0216 = 0,0162$$

$$\rho_b = 0,85 \times 0,85 \times \frac{210}{4200} \times \left( \frac{6300}{6300 + 4200} \right) = 0,0216$$

Debido a que  $\rho = 0,0029 > \rho_{\min} = 0,0024$ , el diseño cumple con cuantía mínima.

*Cantidad de aceros de refuerzo en X: Sección 1: 2 Ø 3/8" + bastón 1 Ø 3/8".*

*Cantidad de aceros de refuerzo en Y: Sección 2: 2 Ø 3/8".*

#### **b) Diseño por cortante**

Para continuar con el diseño de los elementos del área común se procede a desarrollar a partir de los siguientes valores:

*Sección 1:  $b = 25 \text{ cm}$ ,  $h = 25 \text{ cm}$ ,  $d = 18,78 \text{ cm}$ ,  $L1 = 2.50 \text{ m}$ ,*

*$CM = 1.075 \text{ tn/m}$ ,  $CV = 0.25 \text{ tn/m}$ ,  $WU = 1.66 \text{ tn/m}$*

*Cantidad de aceros colocados Sección 1: 3 Ø 3/8".*

*Longitud de confinamiento =  $2 \times 25 / 100 = 0,5 \text{ m}$*

Al realizar la verificación  $\phi V_n \geq V_u$ , obtenemos que  $V_n$  es mayor que  $V_u$ , para lo que procedemos a realizar el cálculo de la separación de estribos, verificando las distancias mínimas que nos exige la norma, realizamos las verificaciones tanto de espaciamientos dentro y fuera de la zona de confinamiento para un diámetro de estribo de 3/8", obteniendo la siguiente distribución:

$$1 @ 0,05, 5 @ 0,0, \text{ resto } @ 0,25 \text{ c/e}$$

### 6.4.2. Diseño de Columnas

Las columnas fueron diseñadas para soportar los esfuerzos de flexión o flexo compresión generados por las cargas viva, muerta y sísmica.

Se realizó el modelamiento haciendo uso del SAP2000, de donde se obtuvieron las cargas  $P_u$  para los diferentes combos o combinaciones para la resistencia requerida según lo descrito en el RNE Norma E060.

Para lo que se procedió a la verificación por flexión o flexo compresión, en la siguiente tabla se presenta la verificación para el diseño en la columna con mayor área tributaria:

TABLA N° 18: VERIFICACIÓN POR DISEÑO

Sección	b	h		
1	0.25	0.30	$P_u < 0,1 * f'c * A_g$	
$f'c$	2100	tn/m2		
$A_g$	0.075	m2		
12	1,4CM+1,7CV		-10.3898	FLEXION
	1,25CM+1,25CV+Sx		-9.0723	FLEXION
	1,25CM+1,25CV-Sx		-9.0723	FLEXION
	1,25CM+1,25CV+Sy		-8.9828	FLEXION
	1,25CM+1,25CV-Sy		-8.9828	FLEXION
	0,9CM+Sx		-5.5701	FLEXION
	0,9CM-Sx		-5.5701	FLEXION
	0,9CM+Sy		-5.4807	FLEXION
	0,9CM-Sy		-5.4807	FLEXION

Fuente: Elaboración Propia

Según el resultado que se obtiene al aplicar la ecuación se procede a diseñar por flexión, siguiendo el procedimiento que se realizó para el diseño de vigas, o un diseño por flexo compresión, el cual se diseñará haciendo uso del método de Bressler. Para los momentos procedemos a realizar el diseño, considerando la cuantía mínima para columnas, la cual es 1%.

TABLA N° 19. DISEÑO DE COLUMNA CENTRADA

COMBO	P	M	As req	a	p req.	USAR	1/2	As	p	Verificación
U1	-10.390	-0.087	0.10	0.09	0.000207	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U2	-9.072	-0.657	0.74	0.70	0.001580	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U3	-9.072	-0.657	0.74	0.70	0.001580	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U4	-8.983	-0.668	0.75	0.71	0.001607	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U5	-8.983	-0.668	0.75	0.71	0.001607	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U6	-5.570	-0.688	0.78	0.73	0.001656	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U7	-5.570	-0.688	0.78	0.73	0.001656	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U8	-5.481	-0.668	0.75	0.71	0.001607	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE
U9	-5.481	-0.668	0.75	0.71	0.001607	p min	6	7.74	0.0103	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia.

Se obtuvo una sección de 0,25 x 0,30 m, con una cantidad de refuerzo de 6 barras de 1/2", para los estribos se distribuirá de la siguiente manera:

3/8": 1@0,05, 7@0,07, R@20.

Y para la sección de 0,25 x 0,25 m, con una cantidad de refuerzo de 5 barras de 1/2", para los estribos se distribuirá de la siguiente manera:

3/8": 1@0,05, 7@0,07, R@20.

C	Sección de columna			Lo			Condiciones de espaciamiento en zona de confinamiento			Condiciones de espaciamiento fuera de zona de confinamiento					Cuadro resumen de espaciamiento		
	b	h	Lu	h/6	B o T	L min	Lo	8db	b/2 o t/2	Smin	16db	48dbe	B o T	d/2	Smin	Zona de confinamiento	Sin confinamiento
1	25	25	325	54.17	25	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	325	54.17	25	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
2	25	25	325	54.17	25	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	325	54.17	25	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
3	25	25	325	54.17	25	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	325	54.17	25	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
4	25	25	325	54.17	25	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	325	54.17	25	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
24	25	25	325	54.17	25	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	325	54.17	25	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
6	25	25	325	54.17	25	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	25	325	54.17	25	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
7	25	30	325	54.17	30	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	30	325	54.17	30	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
28	25	30	325	54.17	30	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	30	325	54.17	30	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
9	25	30	325	54.17	30	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	30	325	54.17	30	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
10	25	30	325	54.17	30	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	30	325	54.17	30	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
29	25	30	325	54.17	30	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	30	325	54.17	30	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
12	25	30	325	54.17	30	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00
	25	30	325	54.17	30	50	54.17	7.62	12.5	10	15.24	45.72	25	12.5	60	1 @ 0.05	7 @ 7.00 R @ 20.00

Fuente: Elaboración Propia.

El mismo proceso de diseño se realizó para todas las columnas por efectos de flexión y cortante, lo cual se describe en los planos en el Anexo 11.

### 6.4.3. Diseño de Cimentación

El tipo de cimentación que se utilizó fue de zapatas aisladas, para dimensionar las zapatas se realizó con los esfuerzos admisibles, verificando que no existan tracciones en el suelo y verificando que las presiones en el área tributaria sean menores al  $q$  neto.

Del SAP2000, obtenemos los valores de las cargas de donde se verifica que las presiones ejercidas deber ser resistidas por el q neto, q admisible y q de sismo.

$$\frac{\text{Resistencia SAP}}{\text{area}} \leq \delta_{\text{neto}}$$

Para el predimensionamiento de las zapatas se tomó la carga dada por la combinación CM+CV y CM+CV+0,8S, de donde se obtuvo una dimensión de 1,20m x 1,20m para una zapata de centro, para las zapatas de borde y esquina se obtuvieron dimensiones de 1,00m x 1,00m, todas las zapatas fueron diseñadas como zapata centrada.

Para la altura de la zapata se consideró que esta debe ser mayor a  $L_v/2$  y a la altura mínima descrita en la E.060, medida desde la cara del refuerzo inferior no menor a 300 mm.

$$\frac{L_v}{2} \leq h$$

$$\frac{0.45}{2} \leq h$$

Obteniendo  $h = 0.225\text{m}$ , siendo la altura mínima 30 cm, por lo que se tomara la altura de  $h = 0.40\text{ m}$  considerando el espacio del recubrimiento inferior.

TABLA N° 20. DIMENSIONAMIENTO DE ZAPATAS

	CARGAS SAP				CM+CV (kg) ó		Área (cm <sup>2</sup> )	Dimensione s aparentes		Dimensiones finales	
	Carga	P (Tn)	Mx (Tn.m)	My (Tn.m)	CM+CV+0.8S			Lado (cm)	Base (cm)	Lado (cm)	Base (cm)
<b>COLUMNA CENTRO</b>	CM	-7.090	1.452	1.049	Sin sismo	12186.2	13245.87	120	120	120	120
	CV	-5.097	1.119	1.011							
	Sx	1.089		1.732	Con sismo	11314.68	9460.43	100	100		
	Sy	1.130	1.668								
<b>COLUMNA BORDE</b>	CM	-5.310	-1.119	1.293	Sin sismo	8753	9514.13	100	100	100	100
	CV	-3.444	-1.248	1.680							
	Sx	1.280		1.643	Con sismo	7729	6462.37	85	85		
	Sy	1.112	1.074								
<b>COLUMNA ESQUINA</b>	CM	-3.781	-1.035	-1.113	Sin sismo	5926.1	6441.41	85	85	100	100
	CV	-2.145	-1.100	-1.022							
	Sx	1.279		1.637	Con sismo	4903.22	4099.68	65	65		
	Sy	1.217	1.532								

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de acero se procedió la verificación por flexión, punzonado y torsor, de donde se verifico también dimensiones y cuantías mínimas. El acero por usar en las zapatas es:

$$X = 1,20 \text{ m}$$

$$Y = 1,20 \text{ m}$$

$$H_z = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{Acero } X = 1 \varnothing \frac{1}{2} \text{ "@ } 0,175 \text{ m}$$

$$\text{Acero } Y = 1 \varnothing \frac{1}{2} \text{ "@ } 0,175 \text{ m}$$

Verificación de cuantía (Acero mínimo):

*Para una sección de 1,20 x 1,20m, d= 40 cm, f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup>*

$$A_s \text{ min} = 0,0018 \times 120 \times 40$$

$$A_s \text{ min} = 8,640 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$1 \varnothing \frac{1}{2} \text{ "@ } 0,180 \text{ m}$$

*Para una sección de 1,00 x 1,00m, d= 40 cm, f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup>*

$$A_s \text{ min} = 0,0018 \times 100 \times 40$$

$$A_s \text{ min} = 7,20 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$1 \varnothing \frac{1}{2} \text{ "@ } 0,175 \text{ m}$$

#### 6.4.4. Diseño de Losa Aligerada

Las losas de las estructuras fueron diseñadas para soportar los esfuerzos de carga viva y carga muerta propia de la estructura, para lo que se consideró una losa aligerada en una sola dirección, considerando viguetas de sección T, cuyo diseño se debe realizar siguiente las fórmulas de diseño de vigas por flexión.

El acero distribuido en la losa debe cumplir con las verificaciones de cuantía mínima y de cortante.

$$P \text{ min por temperatura} = 0,0018$$

Se realizó el modelamiento haciendo uso del SAP2000, de donde se obtuvieron las cargas por servicio para realizar el diseño por paños de las losas de cada estructura.

Se trabajo con los siguientes datos:

$$b = 40 \text{ cm}, h = 12 \text{ cm}, hf = 5 \text{ cm}, \text{recubrimiento} = 2 \text{ cm},$$

$$M_{sup1,3} = +13,34 \text{ kg-cm}, M_{sup2} = +80,05 \text{ kg-cm}, M_{inf1,2} = -40,025 \text{ kg-cm}$$

13.34	80.05	13.34
40.03	40.03	
0.71	1.27	1.27
	0.71	0.71

Para lo que se obtuvo la siguiente cantidad de acero:

*Para el acero principal:  $p_t = 0,0018$ ,  $b = 100$  cm,  $\phi = \frac{1}{2}$ ,  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>*

*As min requerido = 0,45 cm<sup>2</sup>*

*Acero a usar: 1  $\phi$  3/8" @ 20 cm*

*Para el acero de temperatura:  $p_t = 0,0018$ ,  $b = 100$  cm,  $\phi = \frac{1}{4}$ ,  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>*

*As min requerido = 0,90 cm<sup>2</sup>*

*Acero a usar: 1  $\phi$  1/4" @ 25 cm*

## 7. Diseño de los Elementos de Acero Estructural

La resistencia requerida de los miembros se realizó por el método LRFD, este método multiplica un factor de reducción ( $\phi$ ), generalmente menor que 1.0, por la resistencia nominal del miembro al cual tiene que ser mayores las fuerzas axiales, momentos y cortantes obtenidos por las combinaciones de carga.

$$\phi R_n > R_u$$

Donde:

$\phi$  = Factor de reducción.

$R_n$  = Resistencia nominal.

$R_u$  = Resistencia ultima.

### 7.1. Diseño por Tracción

Para el diseño de los elementos sometidos a esfuerzos por tracción se realizaron 3 verificaciones: Falla por Fluencia, Falla por Fractura y la verificación por esbeltez.

A continuación, se describe el diseño de un elemento sometido a esfuerzo de tracción en la cercha diseñada para la nave industrial del área de compostaje.

$$\text{Brida superior máxima: } P_u = 3927,70 \text{ kg}$$

Se tomo un perfil L1-1/2x1-1/2x1/4, con los siguientes parámetros:

$$A_g = 4,44 \text{ cm}^2, b = 3 \frac{4}{5} \text{ cm}, t = 0,64 \text{ cm}, F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

### 7.1.1 Verificación por Fluencia:

$$\phi = 0,90$$

$$P_n = \phi (F_y \cdot A_g)$$

$$0,9 \times 2400 \times 4,44 = 9590,40 \text{ kg}$$

$$P_u < P_n$$

$$3927,70 < 9590,40 \text{ kg}$$

Obteniendo un esfuerzo requerido menor al que se cubre, por lo que se cumple la verificación por fluencia.

### 7.1.2 Verificación por Fractura:

$$\phi = 0,75$$

$$P_n = 0,75 (F_u \cdot A_e)$$

$$0,75 \times 4200 \times 4,44 = 18642,54 \text{ kg}$$

$$P_u < P_n$$

$$3927,70 < 18642,54 \text{ kg}$$

### 7.1.3 Verificación de Esbeltez:

$$\frac{KL}{r} \leq 300$$

$$K = 1,00; L = 264,00 \text{ cm}; r_{xx} = 1,14; r_{yy} = 1,14.$$

$$\frac{KL}{r_{xx}} = 231,49 \leq 300$$

$$\frac{KL}{r_{yy}} = 231,49 \leq 300$$

## 7.2 Diseño por Compresión

Para el diseño de los elementos sometidos a esfuerzos de compresión se realizaron 2 verificaciones: Verificación por pandeo local y verificación por pandeo lateral.

El diseño por compresión se verificó también para las columnas de la estructura.

A continuación, se describe el diseño de un elemento sometido a esfuerzo de compresión en la cercha diseñada para la nave industrial del área de compostaje.

$$\text{Brida superior máxima: } P_u = -4534,20 \text{ kg}$$

Se tomo un perfil L2x2x1/4, con los siguientes parámetros:

$$A_g = 12,10 \text{ cm}^2, b = 5 \text{ cm}, t = 0,64 \text{ cm}, F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

### 7.2.1. Verificación por pandeo local:

$$\frac{KL}{r} \leq 200$$

$$K= 1,00; L = 264,00 \text{ cm}; r_{xx}= 2,27; r_{yy}=2,27$$

$$\frac{KL}{r_{xx}} = 116,13 \leq 200$$

$$\frac{KL}{r_{yy}} = 116,13 \leq 200$$

**Análisis de sección: Compacta o no Compacta:  $\phi = 0,90$**

Calculamos  $P_u/\phi P_y$ , para ubicarlo en el caso 1 o caso 2 y analizar si el perfil colocado es compacto o no compacto.

$$\text{CASO 1: } \frac{P_u}{\phi P_y} \leq 0,125 \quad \lambda_p = \frac{640}{\sqrt{F_y}} \left( 1 - \frac{2,75 P_u}{\phi P_y} \right)$$

$$\text{CASO 2: } \frac{P_u}{\phi P_y} > 0,125 \quad \lambda_p = \frac{191}{\sqrt{F_y}} \left( 2,33 - \frac{P_u}{\phi P_y} \right) \geq \frac{253}{\sqrt{F_y}}$$

De los esfuerzos dados en la sección obtenemos:

$P_u / \phi P_y = 0,353$ , por lo que nos encontramos en el caso 2.

$$\lambda_p = \frac{191}{\sqrt{2400}} (2,33 - 0,353) \geq \frac{253}{\sqrt{2400}}$$

$$\lambda_p = \frac{191}{\sqrt{2400}} (2,33 - 0,353) \geq 5,164$$

$$\lambda_p = 7,71 \geq 5,164$$

$$\lambda = b/t = 7 \frac{5}{8} / 1,27 = 6$$

Si  $\lambda < \lambda_p$ ,  $6 < 7,71$  es un perfil compacto.

## 8. Diseño de las Instalaciones Sanitarias

### 8.1. Sistema de Agua Fría:

#### 8.1.1. Cálculo del Caudal de Máxima Demanda Simultanea:

Se calculó el total de UH en relación con las áreas que incluyen aparatos sanitarios y según su número, obteniendo un total de 93 UH.

TABLA N° 11: TOTAL DE UH POR NUMEROS DE APARATOS SANITARIOS

AREA	APARATO	Nº	UH	TOTAL, UH
SS.HH. HOMBRES	INODOROS	3	5	15
	LAVATORIOS	2	2	4
SS.HH. MUJERES	INODOROS	3	5	15
	LAVATORIOS	2	2	4
COCINA-DISPENSA	LAVATORIOS	1	2	2
SS.HH. HOMBRES	INODOROS	3	5	15
	DUCHA	3	2	6
	LAVATORIOS	2	2	4
SS.HH. MUJERES	INODOROS	3	5	15
	LAVATORIOS	2	2	4
	DUCHA	3	2	6
JARDIN	GRIFO	1	3	3

Fuente: Elaboración propia.

Del anexo N°3 de la Norma de Instalaciones Sanitarias se interpoló el número de UH para obtener el Caudal de máxima demanda simultanea del cual se obtuvo  $Q_{m\text{ds}}=1.596 \text{ lt/seg.}$

### 8.1.2. Cálculo de la Dotación de Agua Fría para uso Público:

La dotación total calculada es de 6500 litros/día o 6.50 m<sup>3</sup>/día, la cual se obtuvo considerando la cantidad de área verde y el número de trabajadores totales.

TABLA N° 12: CANTIDAD DE DOTACION DE AGUA FRIA

ZONA	AREA (m2)	DOT (lt/dia)	TOTAL
AREA VERDE	1000	2	2000

ZONA	Nº TRABAJADORES	DOT (lt/dia)	TOTAL
POR TRABAJADORES TOTALES	25	100	2500
COMEDOR	20	50	2000
			4500

Fuente: Elaboración propia

### 8.1.3. Cálculo del Almacenamiento de la Cisterna-Tanque Elevado:

**Volumen Último de Cisterna.** - Considerado como  $\frac{3}{4}$  de la dotación total, lo que equivale a 4.88m<sup>3</sup>, por lo que se considerará un volumen útil de 5.00 m<sup>3</sup>.

**Volumen Tanque Elevado.** - Considerado como  $\frac{1}{4}$  de la dotación total, lo que equivale a 1.63 m<sup>3</sup>, por lo que se considerara un volumen útil de 2.00 m<sup>3</sup>.

### 8.1.4. Dimensiones de la Cisterna:

Las dimensiones de la cisterna se calcularán en referencia al volumen total de almacenamiento el cual es igual a 5 m<sup>3</sup>, obteniéndose una Longitud de 2.24 m, un ancho de 1.50 m y 1.50 m de altura útil. La altura Libre se tomó según la normativa para volúmenes de entre 5 – 12 m<sup>3</sup> un total de 0.45 m de altura libre.

$$V_{\text{total}} = A \times L$$

$$\times H \text{ útil}$$

$$H \text{ útil} = 1.50 \text{ m}$$

$$5 = \frac{2}{3} (L^2)$$

$$(1,5)$$

$$L = 2,24 \text{ m}$$

$$A = 1,49 \text{ m}$$

$$H \text{ útil} = 1,50 \text{ m}$$

Altura Libre: Para volúmenes entre 5 y 12 m<sup>3</sup>

Vol. Almc.	Ørebose	HL		
hasta 5 m <sup>3</sup>	2" ( 5cm)	0.20+0.15+0.10	=	0,45 m
5 - 12 m <sup>3</sup>	3" (7.5 cm)	0.20+0.15+0.10	=	<b>0,45</b> m
12 - 30 m <sup>3</sup>	4" (10 cm)	0.20+0.20+0.10	=	0,5 m
> 30 m <sup>3</sup>	6" (15 cm)	0.20+0.30+0.15	=	0,65 m

TABLA N° 13: DIMENSIONES FINALES DE LAS CISTERNAS

DIMENSIONES FINALES	
DIMENSIONES INTERNAS	DIMENSIONES EXTERNAS
L = 2.25 m	L = 2.55 m
A = 1.50 m	A = 1.80 m
H util = 1.50 m	H TOTAL = 2,35 m
HL = 0.45 m	Espesor tapa y base 0,2
	Espesor pared 0,15

Fuente: Elaboración propia.

### 8.1.5. Diámetro de Conexión:

El diámetro de conexión se calculó como 0.28 de la raíz del volumen de cisterna, obteniendo un diámetro de 0.74". En diámetro comercial se tomó una tubería de ¾".

$$\varnothing_{cd} = 0,28 (Vc^{1/2}) = 0,74 \text{ pulg}$$

$$\varnothing_{cd} = 3/4 \text{ ''}$$

### 8.1.6. Cálculo del diámetro de rebose:

El diámetro de rebose según la normativa para volúmenes de entre 5 a 12 m<sup>3</sup> se considera  $\varnothing_{rb} = 3''$ .

### 8.1.7. Cálculo del Caudal de Bombeo:

El caudal de bombeo se calculó sumando el caudal de máxima demanda simultanea y el caudal de llenado de tanque en 2 horas, de lo que se obtuvo un caudal de bombeo de 1.87 litros/segundo con un caudal de llenado de tanque de 0.28 litros/seg.

El diámetro de tubería de impulsión se considera según norma para un caudal de bombeo de hasta 3 lts/seg un diámetro de 1 ½" y el diámetro de la tubería de succión se considera el diámetro comercial siguiente al de impulsión, por lo que se tomó un diámetro de 2".

$$Q_b = Q_{mds} + Q_{LLTE} (2h)$$

$$Q_b = 1,87 \text{ lts/seg}$$

$$V_{util TE} = 2000 \text{ lts}$$

$$\text{Tiempo LLTE} = 7200 \text{ seg}$$

---


$$Q_{LLTE} = 0,28 \text{ lt/seg}$$

### 8.1.8. Cálculo de la Altura Dinámica Total:

La altura dinámica total obtenida, es de 11.1789 m, considerando la altura vertical que es de 6.65 m más la altura por perdidas de carga por fricción que es de 2.529 m, mas 2 metros de altura de carga mínima.

$$H_{util} = 1.50 \text{ m}$$

$$H_L = 0,45 \text{ m}$$

$$e \text{ Losa Sup} = 0,20 \text{ m}$$

Altura Tanque = 1,50 m

H base Tanque = 1,50 m

H piso = 3,00 m

---

Hv = 6,65 m

### 8.1.9. Cálculo de la Pendiente:

$$S = (Qb / (0,2785 \times C \times D^{2,63}))^{1,85}$$

Qb = 1,87 lts/seg

Qb = 0,00187 m<sup>3</sup>/seg

C para PVC = 140,0

D impulsión= 0,038 m            1 1/2"

D Succión= 0,051 m            2"

#### Componentes del sistema de Succión

01 válvula pie de canastilla	13,841
01 válvula Compuerta	0,432
02 codos 90°	4,09
Longitud de tubería	1,772
	<b>20,135</b>

#### Componentes del sistema de Impulsión

01 válvula compuerta	0,328
01 válvula check	4,318
05 codos de 90°	7,77
Longitud de tubería	13,323
	<b>25,739</b>

Para impulsión

Para succión HF:

HF:

Ss = 0,020

Ss = 0,082

**Hfs = 2,529**

Hfs = 0,409

Hfs = 2,120

### 8.1.10. Cálculo de la Potencia de la Bomba:

La potencia de bomba fue calculada para una eficiencia mínima de 60%, de lo que se obtuvo una potencia de 0.47 HP, pero se consideró 1HP para la instalación.

## 8.2. Diseño Tanque Séptico

### 8.2.1. Caudal de Diseño:

$$Qp = \frac{\text{Poblacion} \times \text{Dotacion}}{1000} \times \% \text{Contribucion}$$

Dotación = 6500,00 Lt/día

Población = 25

% Contribución = 80%

Qp = 130,00 lt/hab/día
------------------------

### 8.2.2. Tiempo de Retención:

$$PR = 1,5 - 0,3 \text{ Log } (P \cdot q)$$

P (Población) = 25

q (Caudal de aporte) = 130,00  
lt/hab/día

PR =	0,45 días
	10,71 horas

### 8.2.3. Volumen del tanque séptico

Volumen de Sedimentación

$$Vs = 10^{-3} \cdot (P \cdot q) \cdot (PR)$$

Vs=	1,45 m3
-----	---------

Volumen de Digestión

$$Vd = 70 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot N$$

N: Tiempo de remoción de lodos: 1 año.

Vd=	1,75 m3
-----	---------

Volumen de Natas

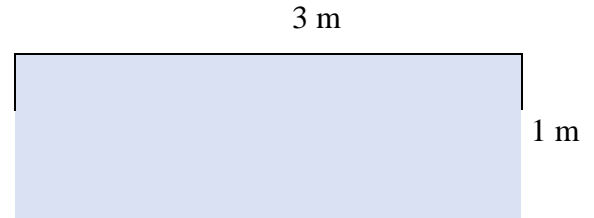
Consideración de la norma

Vn=	0,70 m3
-----	---------

Se tomará como Volumen del tanque: 4,00 m<sup>3</sup>

#### 8.2.4. Área del Tanque Séptico:

$$\begin{aligned} \text{Largo} &= 3,00 \text{ m} \\ \text{Ancho} &= 1,00 \text{ m} \\ \text{AREA} &= 3,00 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



#### 8.2.5. Profundidad del Tanque Séptico

Profundidad máxima de espuma sumergida ( $H_e$ , en m)

$$H_e = 0,7 / A$$

$$H_e = 0,23 \text{ m}$$

Profundidad libre de lodos ( $H_o$ , en m)

$$H_o = 0,82 - 0,26A$$

$$H_o = 0,04 \text{ m}$$

$$H_o \text{ mínimo} = 0,30 \text{ m}$$

Profundidad de espacio libre ( $H_l$ , en m)

$$\text{Espacio libre mínimo total} = 0,1 + H_o$$

$$H_l (1) = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad mínima requerida} = V_s / A$$

$$H_s = 0,484 \text{ m}$$

Se elige profundidad libre el mayor de los valores calculados:

$$H_l = 0,48 \text{ m}$$

Profundidad de almacenamiento de lodos ( $H_d$ , en m)

$$H_d = V_d / A$$

$$H_d = 0,58 \text{ m}$$

**PROFUNDIDAD TOTAL EFECTIVA: 1,30 m**

Diámetros de Tubería	Entrada	100 mm
	Salida	100 mm

**ANEXO 10: MEMORIA  
DESCRIPTIVA**

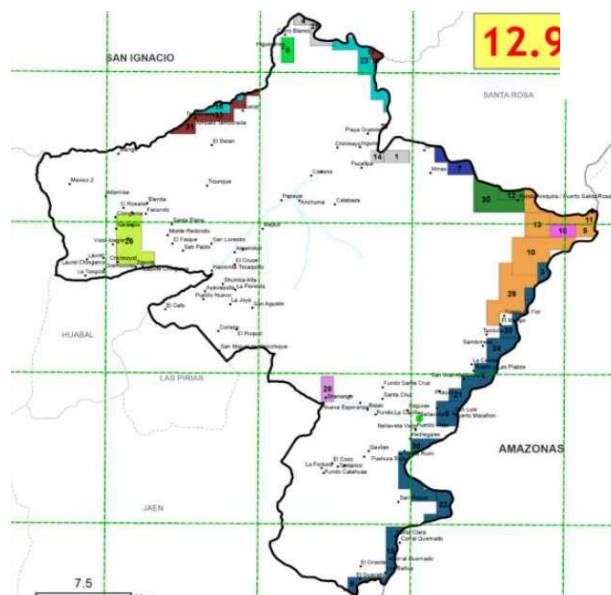
## 1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Distrito de Bellavista está ubicado en el Nor-Este de la Provincia de Jaén.

- Las coordenadas del distrito son:

LATITUD SUR: 05°39'59", LATITUD OESTE: 78°40'43" y ALTITUD: 434MSNM.

- El distrito de Bellavista cuenta con una extensión de 870,55 km<sup>2</sup> y tiene los siguientes límites:
  - ✓ Por el norte: con la Provincia San Ignacio
  - ✓ Por el nor este: con el Distrito Santa Rosa
  - ✓ Por el nor oeste con el Distrito de San José del Alto.
  - ✓ Por el Este y sureste con la Provincia de Bagua (Región Amazonas).
  - ✓ Por el Sur con la Provincia de Bagua.
  - ✓ Por el Suroeste con el Distrito de Jaén.
  - ✓ Por el Oeste con el Distrito Huabal y las Pirias.



**Mapa Distrital de Bellavista.**

## 2. POBLACIÓN DE DISEÑO:

El distrito de Bellavista, hacia el año 2016 contaba con una población de 16506 habitantes (Ver TABLA N°1), con una tasa de crecimiento poblacional del 0,64% anual.

Se tomaron datos de la municipalidad distrital de Bellavista.

### DATOS POBLACIONALES DEL DISTRITO DE BELLAVISTA-JAEN

<b>AÑO</b>	<b>POBLACION</b>
2011	15980
2012	16188
2013	16188
2014	16293
2015	16399
2016	16506

Fuente: Municipalidad Distrital de Bellavista

La población futura que será usada para el diseño del relleno sanitario se calculó para estimar su crecimiento en un periodo de 20 años (Ver TABLA N°2).

### PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE BELLAVISTA

<b>AÑO</b>		<b>POBLACIÓN (HAB)</b>
2017	0	16611
2018	1	16717
2019	2	16824
2020	3	16932
2021	4	17040
2022	5	17149
2023	6	17259
2024	7	17370
2025	8	17481
2026	9	17593
2027	10	17705
2028	11	17819
2029	12	17933
2030	13	18047
2031	14	18163
2032	15	18279
2033	16	18396
2034	17	18514
2035	18	18632
2036	19	18752
2037	20	18872

Fuente: Elaboración propia

### 3. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

#### 3.1. TIPOS DE RESIDUOS

Los residuos producidos por los pobladores del distrito de Bellavista fueron clasificados considerando su peligrosidad.

#### COMPOSICIÓN PORCENTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

TIPO DE RESIDUO SÓLIDO	PESO	PORCENTAJE
<b>I. RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>		
a. Materia orgánica	406,45	75,94%
b. Madera, follaje	30,3	5,66%
c. Papel	15,4	2,88%
d. Cartón	20	3,74%
e. Vidrio	9,3	1,74%
f. Plástico	20,35	3,80%
g. Bolsas	12,05	2,25%
h. Tetra pack	4,46	0,83%
i. Tecnopor y similares	1,89	0,35%
j. Metal	4,08	0,76%
k. Telas, textiles	0,46	0,09%
l. Caucho, cuero, jebe	1,665	0,31%
m. Residuos inertes, otros	7,8995	1,48%
<b>II. RESIDUOS PELIGROSOS</b>		
a. Restos de focos, pilas, etc.	0,9335	0,17%
<b>TOTAL</b>	<b>535,24 kg</b>	<b>100%</b>

Fuente: Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos de la Municipalidad Distrital de Bellavista, 2017.

#### 3.2. GENERACIÓN PER-CÁPITA

La generación per cápita se obtuvo del estudio de caracterización de los residuos sólidos de la Municipalidad Distrital de Bellavista, de donde se obtuvieron los siguientes datos:

#### GENERACIÓN PER-CÁPITA MUNICIPAL

<b>GPC Municipal (kg/hab/día)</b>	<b>0,423</b>
<b>Cantidad de residuos recolectados (kg)</b>	<b>7.026,453</b>
<b>Total, población urbana 2017 (hab)</b>	<b>16611</b>

Fuente: Estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos de la Municipalidad Distrital de Bellavista, 2017.

### 3.3. PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN PER-CÁPITA

La generación per-cápita sufre un crecimiento en relación con la cantidad de habitantes que vivan en el distrito, por lo que se debe proyectar la cantidad de GPC (Kg/hab/día). Según Jaramillo [4] se recomienda considerar un crecimiento de entre 0,5 a 1 % anual para el cálculo de la generación per-cápita total.

#### CALCULO DE LA PROYECCIÓN DE LA GENERACIÓN PER-CAPITA

AÑO		POBLACION (HAB)	ppc kg/hab/día
2017	0	16611	0,423
2018	1	16717	0,427
2019	2	16824	0,432
2020	3	16932	0,436
2021	4	17040	0,440
2022	5	17149	0,445
2023	6	17259	0,449
2024	7	17370	0,454
2025	8	17481	0,458
2026	9	17593	0,463
2027	10	17705	0,467
2028	11	17819	0,472
2029	12	17933	0,477
2030	13	18047	0,481
2031	14	18163	0,486
2032	15	18279	0,491
2033	16	18396	0,496
2034	17	18514	0,501
2035	18	18632	0,506
2036	19	18752	0,511
2037	20	18872	0,516

Fuente: Elaboración propia

## 4. DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN LA INFRAESTRUCTURA

### 5.

#### 5.1. RELLENO SANITARIO

Para el cálculo del área se trabajó considerando que el porcentaje de residuos que se dispondrán en el relleno sería el restante luego de haber dispuesto un porcentaje del total de residuos recolectados a las infraestructuras de reciclaje, compostaje y punto limpio.

Para este flujo de destino se tomó como referencia el porcentaje del tipo de residuos clasificados en el estudio de caracterización realizado por la municipalidad distrital de Bellavista.

El volumen total requerido para la disposición de los residuos sólidos acumulado es de 23222,31 m<sup>3</sup> para lo que obtiene un área final requerida de 1,01 hectáreas.

El método seleccionado para el relleno sanitario es el método de trinchera, considerando un volumen de área útil de 10063 m<sup>3</sup>, se diseñó que el área será abastecida solo en 1 celda. Para el Talud de la celda se consideró una relación de 1:3, que es la recomendada para este tipode celdas.

Se realiza dando dimensiones de largo y ancho aproximadamente para ser ubicadas en el terreno que disponemos, en este caso se dieron las dimensiones de 100 m de largo y 45 m de ancho, obteniendo así un área de 4500 m<sup>2</sup>.

## **5.2. ÁREA DE RECICLAJE**

Para el área de reciclaje se dispuso una nave industrial para permitir la funcionalidad correcta en cuanto a la distribución de áreas, alturas y luces de pórticos.

La estructura cuenta con un área de 11 x 30 metros, 3,30 metros de altura mínima y 5.75 metros de altura máxima, con una cobertura a dos aguas y una pendiente del 20% para que se permita la evacuación de aguas de lluvia, así también cuenta con una canaleta que desviaráel agua acumulada.

La planta cuenta con las siguientes áreas:

### **5.2.1. Área de Recepción:**

Se habilitará un área de recepción de 10 m<sup>2</sup> de área, en donde serán descargados los residuos sólidos segregados en fuente, dicha área se calculó tomando en cuenta; la densidad promedio de residuos sólidos suelto, y la generación es de 1,63 ton/día, se tendrá un volumen de 16,32 m<sup>3</sup>, determinándose una altura de 2 m, el área a requerir es de 8,16 m<sup>2</sup> adicionando espacios libres se tendría 10 m<sup>2</sup>.

### **5.2.2. Área de Segregación:**

Se habilitará con una infraestructura de una faja de segregación, con soporte de estructura metálica, la longitud de la faja es de 18 metros de largo y contará con contenedores y se ubicarán en la parte horizontal de la transportadora recipientes de forma cuadrada donde se depositará los residuos sólidos segregados.

Las dimensiones de la faja ya están definidas tiene un criterio de facilidad de maniobrar los materiales a segregar y fácil trabajo de almacenamiento, la variable es aumentar el número de segregadores y conductos según la demanda de los residuos sólidos inorgánicos. En la siguiente figura, se denota la faja transportadora.

### **5.2.3. Área de patio de maniobra vehicular:**

Las dimensiones del área de patio de maniobra del vehículo están a base de las dimensiones del área de toda la planta que tiene que circular en el área de acopio y recepción, adoptando un 30% de espacios para maniobra.

### **5.2.4. Depósito:**

La zona de depósito está diseñada según los cálculos de diseño de los residuos sólidos inorgánicos segregados, compactados y sin compactar.

## **5.3. ÁREA DE COMPOSTAJE**

Para el área de compostaje se dispuso una nave industrial para permitir la funcionalidad correcta en cuanto a la distribución de áreas, alturas y luces de pórticos.

La estructura cuenta con un área de 30 x 50 metros, 3,70 metros de altura mínima y 6.20 metros de altura máxima, con una cobertura a dos aguas y una pendiente del 17% para que se permita la evacuación de aguas de lluvia, así también cuenta con una canaleta que desviará el agua acumulada. La planta cuenta con las siguientes áreas:

### **5.3.1. Área de Curado**

Se habilitará un área de recepción 129 m<sup>2</sup>

### **5.3.2. Sección de Refinamiento y Almacenamiento.**

La zona de refinamiento y almacenamiento tiene un área de 100 m<sup>2</sup>.

### **5.3.3. Zona de Pilas de Compost**

Se habilitará una zona para la conformación de las pilas con un área de 1200 m<sup>2</sup>, en donde serán colocados los residuos sólidos orgánicos una vez hayan pasado por el en fuente y los separados al momento de la segregación en el área de valoración de residuos, dicha área se calculó tomando en cuenta; la densidad promedio de residuos sólidos orgánicos suelto, el cual es de 0.6 ton/m<sup>3</sup>, y la generación es de 2.76 ton/día, se tendrá un volumen de 9.89 m<sup>3</sup>, determinándose una altura de 1.50 m, el área a requerir es de 10 m<sup>2</sup> adicionando espacios libres se tendría 15 m<sup>2</sup>.

## **5.4. ÁREA ADMINISTRATIVA Y ÁREA COMUN**

La edificación Administrativa, está destinada para la administración del relleno sanitario, es aquí donde se registrarán las unidades que transporten los residuos sólidos y por lo tanto se debe emplazar esta edificación lo más cerca posible a la puerta de acceso principal al relleno sanitario. Esta edificación cuenta con los siguientes ambientes:

### **5.4.1. Caseta de Vigilancia y Control:**

Será ubicado al ingreso del relleno sanitario para la vigilancia y control, se construirá de material noble.

### **5.4.2. Caseta de Registro y Pesaje:**

Será el punto de control para realizar el registro y pesaje de los vehículos de recolección, así como el registro de ingreso y salida del personal asignado a la infraestructura.

### **5.4.3. Área administrativa:**

Destinada para el control administrativo de la infraestructura, dividido en 3 ambientes para las oficinas técnicas, zona administrativa y de gestión y centro de reuniones.

#### **5.4.4. Almacén y Depósito:**

Destinados para el almacén de equipos y materiales que necesitan ser usados habitualmente en la infraestructura.

#### **5.4.5. Comedor y Cocina:**

Esta área está destinada con la finalidad de permitir a los trabajadores que puedan cumplir sus servicios de alimentación debido a la ubicación de la infraestructura y la dificultad de movilidad.

#### **5.4.6. Servicios Higiénicos y vestuario:**

Para atender la demanda de ambientes adecuados para el personal que serán asignados a la operación de la infraestructura, el proyecto considera la construcción de un ambiente adecuado para ser utilizado como servicios higiénicos y vestuarios (para hombre y mujer).

## **6. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS**

### **6.1. Sistema de Agua Fría:**

#### **6.1.1. Cálculo del Caudal de Máxima Demanda Simultánea:**

Se calculó el total de UH en relación con las áreas que incluyen aparatos sanitarios y según su número, obteniendo un total de 93 UH., del anexo N°3 de la Norma de Instalaciones Sanitarias se interpoló el número de UH para obtener el Caudal de máxima demanda simultánea del cual se obtuvo  $Q_{mds}=1.596$  lt/seg.

#### **6.1.2. Cálculo de la Dotación de Agua Fría para uso Público:**

La dotación total calculada es de 6500 litros/día o 6.50 m<sup>3</sup>/día, la cual se obtuvo considerando la cantidad de área verde y el número de trabajadores totales.

#### **6.1.3. Almacenamiento de la Cisterna-Tanque Elevado:**

El volumen útil de Cisterna es de 5.00 m<sup>3</sup> y del tanque elevado un volumen útil de 2.00 m<sup>3</sup>.

**6.1.4. Dimensiones de la Cisterna:**

Las dimensiones de la cisterna son: Longitud de 2.24 m, un ancho de 1.50 m y 1.50 m de altura útil.

**6.1.5. Diámetro de Conexión:**

El diámetro de conexión se calculó como 0.28 de la raíz del volumen de cisterna, obteniendo un diámetro de 0.74". En diámetro comercial se tomó una tubería de ¾".

**6.1.6. Cálculo del diámetro de rebose:**

El diámetro de rebose según la normativa para volúmenes de entre 5 a 12 m<sup>3</sup> se considera 3".

**6.1.7. Cálculo del Caudal de Bombeo:**

El caudal de bombeo se calculó sumando el caudal de máxima demanda simultanea y el caudal de llenado de tanque en 2 horas, de lo que se obtuvo un caudal de bombeo de 1.87 litros/segundo con un caudal de llenado de tanque de 0.28 litros/seg.

El diámetro de tubería de impulsión se considera según norma para un caudal de bombeo de hasta 3 lts/seg un diámetro de 1 ½" y el diámetro de la tubería de succión se considera el diámetro comercial siguiente al de impulsión, por lo que se tomó un diámetro de 2".

**6.1.8. Cálculo de la Altura Dinámica Total:**

La altura dinámica total obtenida, es de 11.1789 m, considerando la altura vertical que es de

6.65 m más la altura por perdidas de carga por fricción que es de 2.529 m, mas 2 metros de altura de carga mínima.

**6.1.9. Cálculo de la Potencia de la Bomba:**

La potencia de bomba fue calculada para una eficiencia mínima de 60%, de lo que se obtuvo una potencia de 0.47 HP, pero se consideró 1HP para la instalación.

## 7. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

El alcance del proyecto, según especificaciones técnicas, Metrados y planos, son los siguientes:

Suministro e Instalación:

- Tableros: TSG, ST-1, ST-2, ST-3, T-PESAJE.
- Sistema de alumbrado y tomacorriente.
- Interconexión General
- Pruebas generales y puestas en servicio.

La acometida eléctrica considerara el cableado y entubado desde el medidor de la concesionaria hasta el Tablero de interruptor general T-ITM y sub-tableros de distribución.

### 7.1. Potencia Instalada y Demanda Máxima

Potencia instalada para el proyecto es de 14,8 KW y la máxima demanda es de 11,7 KW.

### 7.2. Bases del Cálculo Eléctrico

El cálculo de los alimentadores, circuitos derivados, circuitos especiales y de alumbrado, cumple con los requisitos del Código Nacional de Electricidad y el Reglamento Nacional de Construcciones.

### 7.3. Cálculo de Conductores y Caída de Tensión

Parámetros Considerados:

- Tensión Normal 220V 3F+T
- Caída de tensión máxima permisible en el extremo final más desfavorable:  
2.5 % de la tensión nominal para los circuitos alimentadores; es decir desde el medidor hasta el tablero de general "TG".  
1.5 % de la tensión nominal desde el tablero general "TG" hasta los puntos de consumo o salida.
- Factor de Potencia  $\cos \Phi = 0.9$  (algunas cargas 0.85)

## **7.4. Sistema Eléctrico**

### **7.4.1. Tuberías para Alimentadores**

Todas las tuberías que se emplearán para la protección de los cables de acometida y cables de los circuitos derivados serán de tubería Conduit metálico EMT y/o de PVC-P (pesado) respectivamente.

### **7.4.2. Caja de Paso**

Las cajas de paso o derivación de energía serán del tipo pesado de fierro galvanizado en planchas de 1.5 mm de espesor mínimo.

Las orejas para fijación del accesorio estarán mecánicamente aseguradas a la misma o mejor aún será de una sola pieza con el cuerpo de la caja, no se aceptarán orejas soldadas, cajas redondas, ni de una profundidad menor de 50mm.

### **7.4.3. Conductores Eléctricos**

Los conductores serán continuos en toda su extensión no permitiéndose ningún tipo de empalme en su trayectoria.

### **7.4.4. Tomacorrientes**

Todos los tomacorrientes comerciales serán dobles BTICINO o Similar.

Los tomacorrientes tendrán contactos de bronce fosforoso, ampliamente dimensionados en relación con su intensidad nominal y con doble superficie de contacto. Poseerán conexión de descarga a tierra. Los bornes de conexión llevaran tornillos de cabeza grande.

### **7.4.5. Artefactos de Iluminación**

**Luminaria tipo braquete,** Todas las luminarias tipo braquete para adosar con pantallaacrílica transparente equipada con una lámpara led de 30w de 220 voltios.

**Luminaria hermética,** Los balastos de los artefactos fluorescentes serán del tipo seco sinresina, de alto factor de potencia para arranque normal.

**Luminarias en techo,** Todas las luminarias serán del tipo panel led de 18w y 24w respectivamente, en 220 voltios.

#### **7.4.6. Alumbrado de Emergencia**

Las baterías contarán con una capacidad tal que permitan una operación de 2 horas de autonomía sin recarga. Serán libres de mantenimiento.

#### **7.4.7. Tablero de Distribución General Características Técnicas:**

• ITG 3x60A/ 10KA,	01 Und.
• ITM 2x16A/ 10KA,	01 Und.
• ITM 2x20A/ 10KA,	03 Und.
• ITG 3x20A/ 10KA,	02 Und.
• ITG 3x30A/ 10KA,	04 Und.
• ITD 2x25A/30MA	01 Und.

## **8. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INFRAESTRUCTURA DE DISPOSICIONFINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**

La infraestructura destinada para disposición de residuos comprende las siguientes etapas para su procedimiento en las distintas áreas a lo largo de su vida útil.

### **8.1. Etapa de Habilitación**

La etapa de habilitación corresponde a la preparación e implementación de toda la infraestructura necesaria de los componentes serán utilizados durante la operación.

Se inicia desde la selección del área de emplazamiento hasta culminar la construcción y la preparación de la planta de valorización e infraestructura de disposición final conforme los diseños.

La habilitación del Relleno Sanitario comprende la construcción y el acondicionamiento de diversas estructuras administrativas que la conforman.

Antes de iniciar las actividades, se deben realizar las obras provisionales, que radica en la construcción del depósito, una caseta para guardianía y el cartel de identificación de obra; se incluye la movilización de los equipos, maquinarias y herramientas, y como última actividad, la limpieza de toda el área, una vez concluida la construcción de toda la infraestructura.

Para realizar los diseños de estas estructuras debemos tener ciertos criterios técnicos, ya que por su ubicación geográfica en donde se entablarán los rellenos sanitarios no se cuenta con los servicios básicos, como agua potable y fluido eléctrico, como también debemos estar acondicionados a los parámetros de suelo, clima (lluvias, viento, temperatura), tiempo y accesibilidad entre otros.

### **8.2. Etapa de Operación**

La etapa de operación corresponde a un periodo de 20 años durante los cuales se realizará la disposición controlada de los residuos sólidos, dicha etapa constará en los diferentes procesos desarrollados en las infraestructuras existentes con la finalidad de valorización, reaprovechamiento y control de residuos.

### **8.3. Etapa de Clausura y Post-clausura**

La etapa de clausura y post clausura comprende aquellas actividades que se realizan una vez concluida la etapa de vida útil, se comprenden las siguientes acciones:

- Completar el cierre de los residuos dispuestos.
- Evaluar y reparar el estado de la cobertura final instalada.
- Evaluar y reparar el estado de las obras de control de agua.
- Realizar monitoreos de lixiviado y controlar su disposición.
- Realizar monitoreo de gases.

**ANEXO 11:**  
**PRESUPUESTO DE OBRA**

Proyecto DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES PARA EL DISTRITO DE BELLAVISTA, PROVINCIA DE JAÉN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018

Lugar BELLAVISTA, JAÉN, CAJAMARCA

Elab. Por CAROLINA MERCEDES ALTAMIRANO CUEVA

PARTIDAS		UND	METRA DO	C.U.	PARCIAL
<b>01 OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES</b>					<b>24 536.91</b>
<b>01.01 CONSTRUCCIONES PROVISIONALES</b>					<b>18 136.91</b>
01.01.01	OFICINA PROVISIONAL	M2	30.00	231.28	6 938.40
01.01.02	ALMACÉN PROVISIONAL	M2	20.00	231.28	4 625.60
01.01.03	CASETA PARA GUARDIANA	M2	10.00	231.28	2 312.80
01.01.04	SERVICIOS HIGIÉNICOS	GLB	1.00	3 000.00	3 000.00
01.01.05	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA	UND	1.00	1 260.11	1 260.11
<b>01.02 INSTALACIONES PROVISIONALES</b>					<b>6 400.00</b>
01.02.01	INSTALACIONES PROVISIONALES DE AGUA Y LUZ	GBL	1.00	6 400.00	6 400.00
<b>02 CONSTRUCCIÓN DE CERCO PERIMÉTRICO</b>					<b>13 459.87</b>
<b>02.01 OBRAS PRELIMINARES</b>					<b>13 459.87</b>
02.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	M2	722.10	2.71	1 956.89
02.01.02	EXCAVACIÓN DE ZAPATAS	M3	11.24	75.72	851.09
02.01.03	CERCO CON PALOS DE EUCALIPTO Y ALAMBRE DE PÚAS	ML	241.00	14.99	3 612.59
02.01.04	PUERTA EN CERCO PERIMÉTRICO	UND	1.00	966.10	966.10
02.01.05	CERCO CON ARBOLES NATIVOS DE LA ZONA	UND	90.00	67.48	6 073.20
<b>03 MODULO ALMACEN Y BAÑO</b>					<b>94 358.84</b>
<b>03.01 ESTRUCTURAS</b>					<b>65 807.72</b>
<b>03.01.01 MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					<b>5 373.38</b>
03.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	63.16	35.27	2 227.65
03.01.01.02	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO PARA FALSO PISO	M2	90.00	11.43	1 028.70
03.01.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	15.19	17.91	272.05
03.01.01.04	RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	M3	47.96	23.81	1 141.93
03.01.01.05	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	21.80	32.25	703.05
<b>03.01.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>					<b>2 571.65</b>
<b>03.01.02.01 CIMIENTOS CORRIDOS</b>					<b>2 243.76</b>
03.01.02.01.01	CONCRETO CICLOPEO 1:4:6 + 30%PG	M3	8.58	261.51	2 243.76
<b>03.01.02.02 SOLADOS</b>					<b>147.74</b>
03.01.02.02.01	CONCRETO C 1:10 PARA SOLADOS E=2"	M3	4.86	30.40	147.74
<b>03.01.02.03 FALSO PISO</b>					<b>180.15</b>
03.01.02.03.01	CONCRETO F'C 100 KG/CM2 PARA FALSO PISO 4"	M3	5.83	30.90	180.15
<b>03.01.03 OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>					<b>57 862.69</b>
<b>03.01.03.01 SOBRECIMIENTOS</b>					<b>4 472.69</b>
03.01.03.01.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA SOBRECIMIENTO	M3	6.03	318.21	1 918.81
03.01.03.01.02	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	27.85	6.00	167.10
03.01.03.01.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO SOBRECIMIENTO	M2	61.93	38.54	2 386.78
<b>03.01.03.02 ZAPATAS</b>					<b>7 054.46</b>
03.01.03.02.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA ZAPATAS	M3	12.96	438.96	5 688.92
03.01.03.02.02	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	227.59	6.00	1 365.54
<b>03.01.03.03 COLUMNAS</b>					<b>12 187.19</b>
03.01.03.03.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO SOBRECIMIENTO	M2	88.20	38.54	3 399.23
03.01.03.03.02	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA COLUMNAS	M3	7.72	408.66	3 154.86
03.01.03.03.03	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	938.85	6.00	5 633.10
<b>03.01.03.04 VIGAS</b>					<b>8 139.68</b>
03.01.03.04.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA VIGAS	M3		309.09	0.00
03.01.03.04.02	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	1,078.12	6.00	6 468.72
03.01.03.04.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO VIGAS	M2	26.36	63.39	1 670.96
<b>03.01.03.05 LOSA ALIGERADA</b>					<b>26 008.67</b>
03.01.03.05.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA LOSA ALIGERADA	M3	17.55	309.09	5 424.53
03.01.03.05.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA LOSA ALIGERADA	M2	87.77	66.76	5 859.53
03.01.03.05.03	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	2,005.65	6.00	12 033.90
03.01.03.05.04	LADRILLO HUECO 12 X 30 X 30	UND	671.00	4.01	2 690.71
<b>03.02 ARQUITECTURA</b>					<b>28 551.12</b>
<b>03.02.01 MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>					<b>7 151.67</b>
03.02.01.01	MURO DE LADRILLO KK CARAVISTA, APAREJO DE SOGA MEZCLA C:A 1:4	M2	96.06	74.45	7 151.67
<b>03.02.02 REVOQUES Y REVESTIMIENTOS</b>					<b>8 139.73</b>
03.02.02.01	TARRAJEO DE VIGAS CON MEZCLA C:A 1:2.5	M2	82.08	50.46	4 141.76
03.02.02.02	TARRAJEO DE COLUMNAS CON MEZCLA C:A 1:2.5	M2	79.38	45.49	3 611.00

03.02.02.03	VESTIDURA DE DERRAMES	ML	23.02	16.81	386.97
<b>03.02.03</b>	<b>PISOS Y PAVIMENTOS</b>				<b>8 910.02</b>
<b>03.02.03.01</b>	<b>CONTRAPISO AREAS</b>				<b>2 076.20</b>
03.02.03.01.01	CONTRAPISO E=40MM	M2	63.57	32.66	2 076.20
<b>03.02.03.02</b>	<b>PISOS</b>				<b>4 340.20</b>
03.02.03.02.01	PISO CERÁMICO 30X30	M2	16.44	123.87	2 036.42
03.02.03.02.02	PISO DE CEMENTO PULIDO	M2	63.57	36.24	2 303.78
<b>03.02.03.03</b>	<b>VEREDA</b>				<b>2 493.62</b>
03.02.03.03.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA VEREDAS	M3	5.62	310.05	1 742.48
03.02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	6.19	43.26	267.78
03.02.03.03.03	JUNTA DE DILATACION DE 1"	M	45.60	10.60	483.36
<b>03.02.04</b>	<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>				<b>693.76</b>
<b>03.02.04.01</b>	<b>PUERTAS</b>				<b>693.76</b>
03.02.04.01.01	PUERTA CONTRAPLACADA 35MM C/TRIPLAY 4MM INCLUYE BISAGRAS Y CERRADURA	UND	2.00	346.88	693.76
<b>03.02.05</b>	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				<b>2 206.50</b>
<b>03.02.05.01</b>	<b>VENTANAS</b>				<b>945.00</b>
03.02.05.01.01	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO V2	UND	3.00	157.50	472.50
03.02.05.01.02	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO VI	UND	5.00	94.50	472.50
<b>03.02.05.02</b>	<b>PUERTA METALICA</b>				<b>1 261.50</b>
03.02.05.02.01	PORTON METALICO	UND	1.00	1 261.50	1 261.50
<b>03.02.06</b>	<b>VARIOS</b>				<b>1 449.44</b>
<b>03.02.06.01</b>	<b>APARATOS SANITARIOS</b>				<b>1 449.44</b>
03.02.06.01.01	LAVATORIO COLOR BLANCO INC. ACCESORIOS Y GRIFERIA	UND	4.00	129.74	518.96
03.02.06.01.02	INODORO COLOR BLANCO INC. ACCES	UND	6.00	155.08	930.48
<b>04 AREA ADMINISTRATIVA</b>					<b>72 762.20</b>
<b>04.01</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>27 570.11</b>
<b>04.01.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>				<b>2 028.44</b>
04.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	25.74	35.27	907.85
04.01.01.02	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO PARA FALSO PISO	M2	30.00	11.43	342.90
04.01.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	15.73	17.91	281.72
04.01.01.04	RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	M3	7.15	23.81	170.24
04.01.01.05	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	10.10	32.25	325.73
<b>04.01.02</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>1 392.56</b>
<b>04.01.02.01</b>	<b>SOLADOS</b>				<b>147.44</b>
04.01.02.01.01	CONCRETO C 1:10 PARA SOLADOS E=2"	M3	4.85	30.40	147.44
<b>04.01.02.02</b>	<b>FALSO PISO</b>				<b>70.21</b>
04.01.02.02.01	FALSO PISO MEZCLA 1:2.8 F'C 120KG/CM2	M2	1.49	47.12	70.21
<b>04.01.02.03</b>	<b>CIMIENOS CORRIDOS</b>				<b>1 174.91</b>
04.01.02.03.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA CIMIENTO CORRIDO	M3	4.32	271.97	1 174.91
<b>04.01.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>24 149.11</b>
<b>04.01.03.01</b>	<b>SOBRECIMIENOS</b>				<b>2 622.39</b>
04.01.03.01.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA SOBRECIMIENTO	M3	3.37	318.21	1 072.37
04.01.03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SOBRECIMIENTO	M2	27.30	38.54	1 052.14
04.01.03.01.03	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	82.98	6.00	497.88
<b>04.01.03.02</b>	<b>ZAPATAS</b>				<b>3 527.20</b>
04.01.03.02.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA ZAPATAS	M3	6.48	438.96	2 844.46
04.01.03.02.02	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	113.79	6.00	682.74
<b>04.01.03.03</b>	<b>COLUMNAS</b>				<b>7 277.68</b>
04.01.03.03.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA COLUMNAS	M3	3.86	408.66	1 577.43
04.01.03.03.02	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	549.76	6.00	3 298.56
04.01.03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS	M2	44.10	54.46	2 401.69
<b>04.01.03.04</b>	<b>VIGAS</b>				<b>3 628.44</b>
04.01.03.04.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA VIGAS	M3	1.73	309.09	534.73
04.01.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS	M2	9.66	63.39	612.35
04.01.03.04.03	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	413.56	6.00	2 481.36
<b>04.01.03.05</b>	<b>CISTERNA</b>				<b>1 430.55</b>
04.01.03.05.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA CISTERNA SUBTERRANEA	M3	1.53	428.33	655.34
04.01.03.05.02	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	62.92	6.00	377.52
04.01.03.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CISTERNA SUBTERRANEA	M2	9.92	40.09	397.69
<b>04.01.03.06</b>	<b>LOSA ALIGERADA</b>				<b>5 662.85</b>
04.01.03.06.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA LOSA ALIGERADA	M3	5.78	309.09	1 786.54
04.01.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA LOSA ALIGERADA	M2	28.92	66.76	1 930.70
04.01.03.06.03	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	163.20	6.00	979.20

04.01.03.06.04	LADRILLO HUECO 12 X 30 X 30	UND	241.00	4.01	966.41
<b>04.02 ARQUITECTURA</b>					<b>45 192.09</b>
<b>04.02.01 MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>					<b>36 286.19</b>
04.02.01.01	MURO DE LADRILLO KK CARAVISTA, APAREJO DE SOGA MEZCLA C:A 1:4	M2	487.39	74.45	36 286.19
<b>04.02.02 REVOQUES Y REVESTIMIENTOS</b>					<b>4 483.19</b>
04.02.02.01	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES CON MEZCLA C:A 1:5	M2	24.70	33.65	831.22
04.02.02.02	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES CON MEZCLA C:A 1:5	M2	8.38	20.24	169.61
04.02.02.03	TARRAJEO DE VIGAS CON MEZCLA C:A 1:2.5	M2	32.76	50.46	1 653.07
04.02.02.04	TARRAJEO DE COLUMNAS CON MEZCLA C:A 1:2.5	M2	37.80	45.49	1 719.52
04.02.02.05	VESTIDURA DE DERRAMES	ML	6.53	16.81	109.77
<b>04.02.03 PISOS Y PAVIMENTOS</b>					<b>2 657.57</b>
<b>04.02.03.01 CONTRAPISO AREAS</b>					<b>556.53</b>
04.02.03.01.01	CONTRAPISO E=40MM	M2	17.04	32.66	556.53
<b>04.02.03.02 PISOS</b>					<b>617.53</b>
04.02.03.02.01	PISO DE CEMENTO PULIDO	M2	17.04	36.24	617.53
<b>04.02.03.03 VEREDAS</b>					<b>1 483.51</b>
04.02.03.03.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA VEREDAS	M3	3.22	310.05	998.55
04.02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	4.74	43.26	205.12
04.02.03.03.03	JUNTA DE DILATACION DE 1"	M	26.40	10.60	279.84
<b>04.02.04 CARPINTERIA DE MADERA</b>					<b>1 040.64</b>
<b>04.02.04.01 PUERTAS</b>					<b>1 040.64</b>
04.02.04.01.01	PUERTA CONTRAPLACADA 35MM C/TRIPLAY 4MM INCLUYE BISAGRAS Y CERRADURA	UND	3.00	346.88	1 040.64
<b>04.02.05 CARPINTERIA METALICA</b>					<b>724.50</b>
<b>04.02.05.01 VENTANAS</b>					<b>724.50</b>
04.02.05.01.01	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO V1	UND	6.00	94.50	567.00
04.02.05.01.02	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO V2	UND	1.00	157.50	157.50
<b>05 AREA COMUN</b>					<b>181 022.89</b>
<b>05.01 ESTRUCTURAS</b>					<b>65 491.33</b>
<b>05.01.01 MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					<b>5 437.59</b>
05.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	63.02	35.27	2 222.72
05.01.01.02	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO PARA FALSO PISO	M2	93.45	11.43	1 068.13
05.01.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	13.51	17.91	241.96
05.01.01.04	RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	M3	49.51	23.81	1 178.83
05.01.01.05	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	22.51	32.25	725.95
<b>05.01.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>					<b>516.39</b>
<b>05.01.02.01 SOLADOS</b>					<b>147.44</b>
05.01.02.01.01	CONCRETO C 1:10 PARA SOLADOS E=2"	M3	4.85	30.40	147.44
<b>05.01.02.02 FALSO PISO</b>					<b>368.95</b>
05.01.02.02.01	CONCRETO F'C 100 KG/CM2 PARA FALSO PISO 4"	M3	11.94	30.90	368.95
<b>05.01.03 OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>					<b>59 537.35</b>
<b>05.01.03.01 ZAPATAS</b>					<b>6 904.54</b>
05.01.03.01.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA ZAPATAS	M3	12.10	438.96	5 311.42
05.01.03.01.02	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	265.52	6.00	1 593.12
<b>05.01.03.02 SOBRECIMENTOS</b>					<b>6 764.76</b>
05.01.03.02.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA SOBRECIMIENTO	M3	8.31	318.21	2 644.33
05.01.03.02.02	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	131.89	6.00	791.34
05.01.03.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SOBRECIMIENTO	M2	86.38	38.54	3 329.09
<b>05.01.03.03 COLUMNAS</b>					<b>15 475.61</b>
05.01.03.03.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA COLUMNAS	M3	9.00	408.66	3 677.94
05.01.03.03.02	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	1,032.29	6.00	6 193.74
05.01.03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS	M2	102.90	54.46	5 603.93
<b>05.01.03.04 VIGAS</b>					<b>7 348.84</b>
05.01.03.04.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA VIGAS	M3	5.26	309.09	1 625.81
05.01.03.04.02	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	917.60	6.00	5 505.60
05.01.03.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS	M2	3.43	63.39	217.43
<b>05.01.03.05 LOSA ALIGERADA</b>					<b>23 043.60</b>
05.01.03.05.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA LOSA ALIGERADA	M3	2.89	309.09	893.27
05.01.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA LOSA ALIGERADA	M2	87.77	66.76	5 859.53
05.01.03.05.03	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	2,005.65	6.00	12 033.90
05.01.03.05.04	LADRILLO HUECO 12 X 30 X 30	UND	1,061.57	4.01	4 256.90
<b>05.02 ARQUITECTURA</b>					<b>115 531.56</b>
<b>05.02.01 MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>					<b>92 087.95</b>

05.02.01.01	MURO DE LADRILLO KK CARAVISTA, APAREJO DE SOGA MEZCLA C:A 1:4	M2	1,236.91	74.45	92 087.95
<b>05.02.02 REVOQUES Y REVESTIMIENTOS</b>					<b>7 763.18</b>
05.02.02.01	TARRAJEO DE VIGAS CON MEZCLA C:A 1:2.5	M2	72.16	50.46	3 641.19
05.02.02.02	TARRAJEO DE COLUMNAS CON MEZCLA C:A 1:2.5	M2	88.20	45.49	4 012.22
05.02.02.03	VESTIDURA DE DERRAMES	ML	6.53	16.81	109.77
<b>05.02.03 PISOS Y PAVIMENTOS</b>					<b>10 921.59</b>
<b>05.02.03.01 CONTRAPISO AREAS</b>					<b>2 640.34</b>
05.02.03.01.01	CONTRAPISO E=40MM	M2	80.84	32.66	2 640.34
<b>05.02.03.02 PISOS</b>					<b>5 603.43</b>
05.02.03.02.01	PISO CERÁMICO 30X30	M2	30.51	123.87	3 779.40
05.02.03.02.02	PISO DE CEMENTO PULIDO	M2	50.33	36.24	1 824.03
<b>05.02.03.03 VEREDAS</b>					<b>2 677.82</b>
05.02.03.03.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA VEREDAS	M3	6.13	310.05	1 901.38
05.02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	5.60	43.26	242.20
05.02.03.03.03	JUNTA DE DILATACION DE 1"	M	50.40	10.60	534.24
<b>05.02.04 CARPINTERIA DE MADERA</b>					<b>1 734.40</b>
<b>05.02.04.01 PUERTAS</b>					<b>1 734.40</b>
05.02.04.01.01	PUERTA CONTRAPLACADA 35MM C/TRIPLAY 4MM INCLUYE BISAGRAS Y CERRADURA	UND	5.00	346.88	1 734.40
<b>05.02.05 CARPINTERIA METALICA</b>					<b>1 575.00</b>
<b>05.02.05.01 VENTANAS</b>					<b>1 575.00</b>
05.02.05.01.01	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO V1	UND	6.00	94.50	567.00
05.02.05.01.02	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO V2	UND	1.00	157.50	157.50
05.02.05.01.03	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO V3	UND	2.00	236.25	472.50
05.02.05.01.04	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO V4	UND	4.00	94.50	378.00
<b>05.02.06 VARIOS</b>					<b>1 449.44</b>
<b>05.02.06.01 APARATOS SANITARIOS</b>					<b>1 449.44</b>
05.02.06.01.01	LAVATORIO COLOR BLANCO INC. ACCESORIOS Y GRIFERIA	UND	4.00	129.74	518.96
05.02.06.01.02	INODORO COLOR BLANCO INC. ACCES	UND	6.00	155.08	930.48
<b>06 PLANTA DE COMPOSTAJE</b>					<b>572 847.33</b>
<b>06.01 ESTRUCTURAS</b>					<b>515 509.90</b>
<b>06.01.01 MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					<b>22 909.35</b>
06.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	81.67	35.27	2 880.50
06.01.01.02	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO PARA FALSO PISO	M2	1,622.25	11.43	18 542.32
06.01.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	83.00	17.91	1 486.53
<b>06.01.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>					<b>4 944.25</b>
<b>06.01.02.01 SOLADOS</b>					<b>398.24</b>
06.01.02.01.01	CONCRETO C 1:10 PARA SOLADOS E=2"	M3	13.10	30.40	398.24
<b>06.01.02.02 FALSO PISO</b>					<b>4 546.01</b>
06.01.02.02.01	CONCRETO F'C 100 KG/CM2 PARA FALSO PISO 4"	M3	147.12	30.90	4 546.01
<b>06.01.03 OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>					<b>168 813.20</b>
<b>06.01.03.01 ZAPATAS</b>					<b>18 318.86</b>
06.01.03.01.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA ZAPATAS	M3	32.40	438.96	14 222.30
06.01.03.01.02	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	682.76	6.00	4 096.56
<b>06.01.03.02 MUROS</b>					<b>150 494.34</b>
06.01.03.02.01	CONCRETO F'C 280 KG/CM2 PARA MUROS	M3	287.18	430.44	123 613.76
06.01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	208.08	43.26	9 001.54
06.01.03.02.03	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	2,979.84	6.00	17 879.04
<b>06.01.04 ESTRUCTURAS METALICAS</b>					<b>318 843.10</b>
<b>06.01.04.01 COLUMNAS O PILARES</b>					<b>10 864.39</b>
06.01.04.01.01	PILARES TB 8"X16"X1/4"	M	50.00	103.60	5 180.00
06.01.04.01.02	ANTIVIENTO L100X10	M	108.00	40.27	4 349.16
06.01.04.01.03	PLACA DE ANCLAJE 400X400X30	M	5.76	231.81	1 335.23
<b>06.01.04.02 CERCHA METALICA</b>					<b>13 393.56</b>
06.01.04.02.01	ARCO METALICO TIPO WARREN	UND	6.00	2 232.26	13 393.56
<b>06.01.04.03 CORREAS</b>					<b>168 039.45</b>
06.01.04.03.01	CORREAS C 6"X3"X3"	M	2,313.00	72.65	168 039.45
<b>06.01.04.04 COBERTURAS</b>					<b>126 545.70</b>
06.01.04.04.01	COBERTURA PANEL SANDWICH E=3 CM	UND	570.00	222.01	126 545.70
<b>06.02 ARQUITECTURA</b>					<b>57 337.43</b>
<b>06.02.01 PISOS Y PAVIMENTOS</b>					<b>57 337.43</b>

<b>06.02.01.01 CONTRAPISO AREAS</b>					<b>3 081.80</b>
06.02.01.01.01 CONTRAPISO E=40MM	M2	94.36	32.66		3 081.80
<b>06.02.01.02 PISOS</b>					<b>54 255.63</b>
06.02.01.02.01 PISO DE CEMENTO PULIDO	M2	1,497.12	36.24		54 255.63
<b>07 PLANTA DE SEGREGACION</b>					<b>185 636.30</b>
<b>07.01 ESTRUCTURAS</b>					<b>160 945.61</b>
<b>07.01.01 MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					<b>6 696.58</b>
07.01.01.01 EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	40.58	35.27		1 431.26
07.01.01.02 NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO PARA FALSO PISO	M2	393.75	11.43		4 500.56
07.01.01.03 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	42.70	17.91		764.76
<b>07.01.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>					<b>1 192.85</b>
<b>07.01.02.01 SOLADOS</b>					<b>181.18</b>
07.01.02.01.01 CONCRETO C 1:10 PARA SOLADOS E=2"	M3	5.96	30.40		181.18
<b>07.01.02.02 FALSO PISO</b>					<b>1 011.67</b>
07.01.02.02.01 CONCRETO F'C 100 KG/CM2 PARA FALSO PISO 4"	M3	32.74	30.90		1 011.67
<b>07.01.03 OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>					<b>12 212.56</b>
<b>07.01.03.01 ZAPATAS</b>					<b>12 212.56</b>
07.01.03.01.01 CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA ZAPATAS	M3	21.60	438.96		9 481.54
07.01.03.01.02 ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	455.17	6.00		2 731.02
<b>07.01.04 ESTRUCTURAS METALICAS</b>					<b>140 843.62</b>
<b>07.01.04.01 COLUMNAS O PILARES</b>					<b>8 334.01</b>
07.01.04.01.01 PILARES TB 8"X16"X1/4"	M	74.00	103.60		7 666.40
07.01.04.01.02 PLACA DE ANCLAJE 400X400X30	M	2.88	231.81		667.61
<b>07.01.04.02 VIGAS</b>					<b>11 586.83</b>
07.01.04.02.01 VIGAS W12X30	M	132.30	87.58		11 586.83
<b>07.01.04.03 CORREAS</b>					<b>37 669.03</b>
07.01.04.03.01 CORREAS C 6"X3"X3"	M	518.50	72.65		37 669.03
<b>07.01.04.04 COBERTURAS</b>					<b>83 253.75</b>
07.01.04.04.01 COBERTURA PANEL SANDWICH E=3 CM	UND	375.00	222.01		83 253.75
<b>07.02 ARQUITECTURA</b>					<b>24 690.69</b>
<b>07.02.01 PISOS Y PAVIMENTOS</b>					<b>24 690.69</b>
<b>07.02.01.01 CONTRAPISO AREAS</b>					<b>11 255.94</b>
07.02.01.01.01 CONTRAPISO E=40MM	M2	344.64	32.66		11 255.94
<b>07.02.01.02 PISOS</b>					<b>12 489.75</b>
07.02.01.02.01 PISO DE CEMENTO PULIDO	M2	344.64	36.24		12 489.75
<b>07.02.01.03 VENTANAS</b>					<b>945.00</b>
07.02.01.03.01 VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO VA	UND	10.00	94.50		945.00
<b>08 CASETA DE BOMBA</b>					<b>10 442.08</b>
<b>08.01 ESTRUCTURAS</b>					<b>4 050.62</b>
<b>08.01.01 MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					<b>400.75</b>
08.01.01.01 EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	3.50	35.27		123.45
08.01.01.02 NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO PARA FALSO PISO	M2	4.10	11.43		46.86
08.01.01.03 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	3.85	17.91		68.95
08.01.01.04 RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	M3	2.80	23.81		66.67
08.01.01.05 RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	2.94	32.25		94.82
<b>08.01.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>					<b>2 234.88</b>
<b>08.01.02.01 CIMIENTOS CORRIDOS</b>					<b>1 085.18</b>
08.01.02.01.01 CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA VEREDAS	M3	3.50	310.05		1 085.18
<b>08.01.02.02 SOLADOS</b>					<b>9.12</b>
08.01.02.02.01 CONCRETO C 1:10 PARA SOLADOS E=2"	M3	0.30	30.40		9.12
<b>08.01.02.03 SOBRECIMENTOS</b>					<b>1 053.77</b>
08.01.02.03.01 CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA VEREDAS	M3	2.28	310.05		706.91
08.01.02.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SOBRECIMIENTO	M2	9.00	38.54		346.86
<b>08.01.02.04 FALSO PISO</b>					<b>86.81</b>
08.01.02.04.01 CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA VEREDAS	M3	0.28	310.05		86.81
<b>08.01.03 OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>					<b>1 414.99</b>
<b>08.01.03.01 COLUMNAS</b>					<b>801.38</b>
08.01.03.01.01 CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA COLUMNAS	M3	0.75	408.66		306.50
08.01.03.01.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS	M2	3.00	54.46		163.38
08.01.03.01.03 ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	55.25	6.00		331.50
<b>08.01.03.02 VIGAS</b>					<b>613.61</b>
08.01.03.02.01 CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA VIGAS	M3	0.38	309.09		117.45
08.01.03.02.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS	M2	1.90	63.39		120.44
08.01.03.02.03 ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	62.62	6.00		375.72
<b>08.02 ARQUITECTURA</b>					<b>6 391.46</b>

<b>08.02.01 MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>					<b>2 737.53</b>
08.02.01.01	MURO DE LADRILLO KK CARAVISTA, APAREJO DE SOGA MEZCLA C:A 1:4	M2	36.77	74.45	2 737.53
<b>08.02.02 REVOQUES Y REVESTIMIENTOS</b>					<b>2 023.30</b>
08.02.02.01	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES CON MEZCLA C:A 1:5	M2	15.24	33.65	512.83
08.02.02.02	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES CON MEZCLA C:A 1:5	M2	12.11	45.49	550.88
08.02.02.03	TARRAJEO DE VIGAS CON MEZCLA C:A 1:2.5	M2	6.00	50.46	302.76
08.02.02.04	TARRAJEO DE COLUMNAS CON MEZCLA C:A 1:2.5	M2	12.00	45.49	545.88
08.02.02.05	VESTIDURA DE DERRAMES	ML	6.60	16.81	110.95
<b>08.02.03 PISOS Y PAVIMENTOS</b>					<b>903.75</b>
<b>08.02.03.01 CONTRAPISO AREAS</b>					<b>130.64</b>
08.02.03.01.01	CONTRAPISO E=40MM	M2	4.00	32.66	130.64
<b>08.02.03.02 PISOS</b>					<b>140.61</b>
08.02.03.02.01	PISO DE CEMENTO PULIDO	M2	3.88	36.24	140.61
<b>08.02.03.03 VEREDAS</b>					<b>632.50</b>
08.02.03.03.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA VEREDAS	M3	1.44	310.05	446.47
08.02.03.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	M2	1.36	43.26	58.83
08.02.03.03.03	JUNTA DE DILACION DE 1"	M	12.00	10.60	127.20
<b>08.02.04 CARPINTERIA DE MADERA</b>					<b>346.88</b>
<b>08.02.04.01 PUERTAS</b>					<b>346.88</b>
08.02.04.01.01	PUERTA CONTRAPLACADA 35MM C/TRIPLAY 4MM INCLUYE BISAGRAS Y CERRADURA	UND	1.00	346.88	346.88
<b>08.02.05 CARPINTERIA METALICA</b>					<b>380.00</b>
<b>08.02.05.01 VENTANA</b>					<b>252.00</b>
08.02.05.01.01	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO V1	UND	1.00	94.50	94.50
08.02.05.01.02	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO V2	UND	1.00	157.50	157.50
<b>08.02.05.02 COBERTURA</b>					<b>128.00</b>
08.02.05.02.01	COBERTURA DE CALAMINA	UND	2.00	64.00	128.00
<b>09 CASETA DE VIGILANCIA</b>					<b>12 067.14</b>
<b>09.01 ESTRUCTURAS</b>					<b>4 307.24</b>
<b>09.01.01 MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					<b>396.60</b>
09.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	4.23	35.27	149.19
09.01.01.02	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO PARA FALSO PISO	M2	5.60	11.43	64.01
09.01.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	4.23	17.91	75.76
09.01.01.04	RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	M3	1.92	23.81	45.72
09.01.01.05	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	1.92	32.25	61.92
<b>09.01.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>					<b>2 484.99</b>
<b>09.01.02.01 CIMIENTOS CORRIDOS</b>					<b>1 150.43</b>
09.01.02.01.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA CIMIENTO CORRIDO	M3	4.23	271.97	1 150.43
<b>09.01.02.02 SOLADOS</b>					<b>11.25</b>
09.01.02.02.01	CONCRETO C 1:10 PARA SOLADOS E=2"	M3	0.37	30.40	11.25
<b>09.01.02.03 SOBRECIMIENTOS</b>					<b>1 311.26</b>
09.01.02.03.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA SOBRECIMIENTO	M3	2.74	318.21	871.90
09.01.02.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO SOBRECIMIENTO	M2	11.40	38.54	439.36
<b>09.01.02.04 FALSO PISO</b>					<b>12.05</b>
09.01.02.04.01	CONCRETO F'C 100 KG/CM2 PARA FALSO PISO 4"	M3	0.39	30.90	12.05
<b>09.01.03 OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>					<b>1 425.65</b>
<b>09.01.03.01 COLUMNAS</b>					<b>801.38</b>
09.01.03.01.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA COLUMNAS	M3	0.75	408.66	306.50
09.01.03.01.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO COLUMNAS	M2	3.00	54.46	163.38
09.01.03.01.03	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	55.25	6.00	331.50
<b>09.01.03.02 VIGAS</b>					<b>624.27</b>
09.01.03.02.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA VIGAS	M3	0.48	309.09	148.36
09.01.03.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	M2	1.90	43.26	82.19
09.01.03.02.03	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	65.62	6.00	393.72
<b>09.02 ARQUITECTURA</b>					<b>7 759.90</b>
<b>09.02.01 MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>					<b>3 769.40</b>
09.02.01.01	MURO DE LADRILLO KK CARAVISTA, APAREJO DE SOGA MEZCLA C:A 1:4	M2	50.63	74.45	3 769.40
<b>09.02.02 REVOQUES Y REVESTIMIENTOS</b>					<b>2 360.91</b>
09.02.02.01	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES CON MEZCLA C:A 1:5	M2	17.25	33.65	580.46
09.02.02.02	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES CON MEZCLA C:A 1:5	M2	16.27	45.49	740.12
09.02.02.03	TARRAJEO DE VIGAS CON MEZCLA C:A 1:2.5	M2	7.60	50.46	383.50
09.02.02.04	TARRAJEO DE COLUMNAS CON MEZCLA C:A 1:2.5	M2	12.00	45.49	545.88

09.02.02.05	VESTIDURA DE DERRAMES	ML	6.60	16.81	110.95
<b>09.02.03 PISOS Y PAVIMENTOS</b>					<b>902.71</b>
<b>09.02.03.01 CONTRAPISO AREAS</b>					<b>13.72</b>
09.02.03.01.01	CONTRAPISO E=40MM	M2	0.42	32.66	13.72
<b>09.02.03.02 PISOS</b>					<b>140.61</b>
09.02.03.02.01	PISO DE CEMENTO PULIDO	M2	3.88	36.24	140.61
<b>09.02.03.03 VEREDAS</b>					<b>748.38</b>
09.02.03.03.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA VEREDAS	M3	1.73	310.05	536.39
09.02.03.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	M2	1.96	43.26	84.79
09.02.03.03.03	JUNTA DE DILATACION DE 1"	M	12.00	10.60	127.20
<b>09.02.04 CARPINTERIA DE MADERA</b>					<b>346.88</b>
<b>09.02.04.01 PUERTAS</b>					<b>346.88</b>
09.02.04.01.01	PUERTA CONTRAPLACADA 35MM C/TRIPLAY 4MM INCLUYE BISAGRAS Y CERRADURA	UND	1.00	346.88	346.88
<b>09.02.05 CARPINTERIA METALICA</b>					<b>380.00</b>
<b>09.02.05.01 VENTANA</b>					<b>252.00</b>
09.02.05.01.01	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO V1	UND	1.00	94.50	94.50
09.02.05.01.02	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO V2	UND	1.00	157.50	157.50
<b>09.02.05.02 COBERTURA</b>					<b>128.00</b>
09.02.05.02.01	COBERTURA DE CALAMINA	UND	2.00	64.00	128.00
<b>10 CASETA DE REGISTRO</b>					<b>10 252.38</b>
<b>10.01 ESTRUCTURAS</b>					<b>3 860.92</b>
<b>10.01.01 MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					<b>400.75</b>
10.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	3.50	35.27	123.45
10.01.01.02	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO PARA FALSO PISO	M2	4.10	11.43	46.86
10.01.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	3.85	17.91	68.95
10.01.01.04	RELLENO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	M3	2.80	23.81	66.67
10.01.01.05	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	2.94	32.25	94.82
<b>10.01.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>					<b>2 099.06</b>
<b>10.01.02.01 CIMIENTOS CORRIDOS</b>					<b>951.90</b>
10.01.02.01.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA CIMIENTO CORRIDO	M3	3.50	271.97	951.90
<b>10.01.02.02 SOLADOS</b>					<b>9.12</b>
10.01.02.02.01	CONCRETO C 1:10 PARA SOLADOS E=2"	M3	0.30	30.40	9.12
<b>10.01.02.03 SOBRECIMENTOS</b>					<b>1 114.86</b>
10.01.02.03.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA SOBRECIMIENTO	M3	2.28	318.21	725.52
10.01.02.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO SOBRECIMIENTO	M2		38.54	0.00
10.01.02.03.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	M2	9.00	43.26	389.34
<b>10.01.02.04 FALSO PISO</b>					<b>23.18</b>
10.01.02.04.01	CONCRETO F'C 100 KG/CM2 PARA FALSO PISO 4"	M3	0.75	30.90	23.18
<b>10.01.03 OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>					<b>1 361.11</b>
<b>10.01.03.01 COLUMNAS</b>					<b>801.38</b>
10.01.03.01.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA COLUMNAS	M3	0.75	408.66	306.50
10.01.03.01.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO COLUMNAS	M2	3.00	54.46	163.38
10.01.03.01.03	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	55.25	6.00	331.50
<b>10.01.03.02 VIGAS</b>					<b>559.73</b>
10.01.03.02.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA VIGAS	M3	0.38	309.09	117.45
10.01.03.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO VIGAS	M2	1.05	63.39	66.56
10.01.03.02.03	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	62.62	6.00	375.72
<b>10.02 ARQUITECTURA</b>					<b>6 391.46</b>
<b>10.02.01 MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA</b>					<b>2 737.53</b>
10.02.01.01	MURO DE LADRILLO KK CARAVISTA, APAREJO DE SOGA MEZCLA C:A 1:4	M2	36.77	74.45	2 737.53
<b>10.02.02 REVOQUES Y REVESTIMIENTOS</b>					<b>2 023.30</b>
10.02.02.01	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES CON MEZCLA C:A 1:5	M2	15.24	33.65	512.83
10.02.02.02	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES CON MEZCLA C:A 1:5	M2	12.11	45.49	550.88
10.02.02.03	TARRAJEO DE VIGAS CON MEZCLA C:A 1:2.5	M2	6.00	50.46	302.76
10.02.02.04	TARRAJEO DE COLUMNAS CON MEZCLA C:A 1:2.5	M2	12.00	45.49	545.88
10.02.02.05	VESTIDURA DE DERRAMES	ML	6.60	16.81	110.95
<b>10.02.03 PISOS Y PAVIMENTOS</b>					<b>903.75</b>
<b>10.02.03.01 CONTRAPISO AREAS</b>					<b>130.64</b>
10.02.03.01.01	CONTRAPISO E=40MM	M2	4.00	32.66	130.64
<b>10.02.03.02 PISOS</b>					<b>140.61</b>
10.02.03.02.01	PISO DE CEMENTO PULIDO	M2	3.88	36.24	140.61
<b>10.02.03.03 VEREDAS</b>					<b>632.50</b>

10.02.03.03.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA VEREDAS	M3	1.44	310.05	446.47
10.02.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	1.36	43.26	58.83
10.02.03.03.03	JUNTA DE DILATACION DE 1"	M	12.00	10.60	127.20
<b>10.02.04 CARPINTERIA DE MADERA</b>					<b>346.88</b>
<b>10.02.04.01 PUERTAS</b>					<b>346.88</b>
10.02.04.01.01	PUERTA CONTRAPLACADA 35MM C/TRIPLAY 4MM INCLUYE BISAGRAS Y CERRADURA	UND	1.00	346.88	346.88
<b>10.02.05 CARPINTERIA METALICA</b>					<b>380.00</b>
<b>10.02.05.01 VENTANAS</b>					<b>252.00</b>
10.02.05.01.01	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO V1	UND	1.00	94.50	94.50
10.02.05.01.02	VENTANAS DE CRISTAL CRUDO INCOLORO, BASTIDORES DE ALUMINIO V2	UND	1.00	157.50	157.50
<b>10.02.05.02 COBERTURA</b>					<b>128.00</b>
10.02.05.02.01	COBERTURA DE CALAMINA	UND	2.00	64.00	128.00
<b>II INSTALACIONES SANITARIAS</b>					<b>64 495.22</b>
<b>11.01 OBRAS PRELIMINARES</b>					<b>7 797.60</b>
11.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	M2	722.00	6.70	4 837.40
11.01.02	NIVELACIÓN DE TERRENO	M2	722.00	4.10	2 960.20
<b>11.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>23 574.07</b>
11.02.01	EXCAVACION DE ZANJAS P/ TUB. DN=63-160 MM HASTA H=1.00 M T/NORMAL	M	520.00	23.79	12 370.80
11.02.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION DE TERRENO C/EQUIPO	M2	722.00	2.26	1 631.72
11.02.03	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	216.60	32.25	6 985.35
11.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	144.40	17.91	2 586.20
<b>11.03 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS</b>					<b>26 981.04</b>
11.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBO PVC ALCANTARILLADO DN= 110 MM PERFORADA	ML	230.00	25.46	5 855.80
11.03.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC NORMA ISO 4435 DN=63mm S-25	M	241.50	8.94	2 159.01
11.03.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC NORMA ISO 4435 DN=160mm S-25	M	253.80	18.34	4 654.69
11.03.04	ALINEAMIENTO Y AJUSTE DE TUBERIA PVC ISO 4435	M	520.00	1.03	535.60
11.03.05	PRUEBA HDRAULICA DE TUBERIA PVC DE DESAGUE	M	5,238.00	2.63	13 775.94
<b>11.04 CAJA DE REGISTRO</b>					<b>666.40</b>
11.04.01	CAJA DE REGISTRO DE DESAGUE 12" X 24"	PZA	5.00	133.28	666.40
<b>11.05 BUZONETAS</b>					<b>1 163.65</b>
11.05.01	BUZONETA EN T. NORMAL A PULSO HASTA H= 1.00 M	UND	5.00	232.73	1 163.65
<b>11.06 TANQUE ELEVADO</b>					<b>4 312.46</b>
11.06.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA LOSA ALIGERADA	M3	4.50	309.09	1 390.91
11.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	4.00	43.57	174.28
11.06.03	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	180.00	6.00	1 080.00
11.06.04	TANQUE ELEVADO (INCL. INSTALACION Y ACCESORIOS)	UND	1.00	1 271.20	1 271.20
11.06.05	MURO DE LADRILLO KK CARAVISTA, APAREJO DE SOGA MEZCLA C:A 1:4	M2	5.32	74.45	396.07
<b>12 INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					<b>123 044.01</b>
<b>12.01 SALIDA DE ALUMBRADO</b>					<b>32 672.75</b>
12.01.01	SALIDA PARA ARTEFACTO DE ILUMINACION	UND	40.00	124.35	4 974.00
12.01.02	SALIDA PARA POSTE DE ALUMBRADO PUBLICO CON PANEL FOTOVOLTAICO DE 150W	UND	53.00	424.99	22 524.47
12.01.03	SALIDA PARA ALUMBRADO TIPO ESTACA PARA JARDIN	UND	18.00	131.16	2 360.88
12.01.04	SALIDA PARA ALUMBRADO EXTERIOR TIPO BRAQUETE	UND	2.00	131.16	262.32
12.01.05	SALIDA PARA LUMINARIAS DE EMERGENCIA	UND	21.00	121.48	2 551.08
<b>12.02 SALIDA DE INTERRUPTORES</b>					<b>1 590.82</b>
12.02.01	INTERRUPTORES UNIPOLARES	PTO	11.00	144.62	1 590.82
<b>12.03 SALIDA DE TOMACORRIENTES</b>					<b>2 251.70</b>
12.03.01	SALIDA PARA TOMACORRIENTES BIPOLAR CON TOMA A TIERRA	PTO	22.00	102.35	2 251.70
<b>12.04 TUBERIA ELECTRICAS COMUNICACIONES</b>					<b>764.73</b>
12.04.01	TUBERIA PVC (3/4")	M	210.00	3.09	648.90
12.04.02	TUBERIA PVC-100 mm(4")	M	3.00	38.61	115.83
<b>12.05 CAJA DE PASE - INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					<b>21 042.37</b>
12.05.01	CAJA DE PASE 100X100X100 mm	UND	5.00	10.49	52.45
12.05.02	BUZON ELECTRICO	UND	14.00	1 499.28	20 989.92
<b>12.06 TABLEROS ELECTRICOS</b>					<b>2 040.70</b>
12.06.01	TABLERO DE SERVICIOS GENERALES	UND	5.00	408.14	2 040.70
<b>12.07 ALIMENTADORES ELECTRICOS</b>					<b>32 707.94</b>

12.07.01	DEL BM AL TG ( CABLE 3-1X25mm2 N2XOH (T) NH-80 - 35MM PVC-P	ML	10.00	449.22	4 492.20
12.07.02	DEL TG AL ST (CABLE 3-1 X10MM2 N2XOH + 1X6MM2 (T) NH-80-35MM PVC -P)	ML	181.00	93.74	16 966.94
12.07.03	DEL TG AL T-DESAGUE (CABLE 3-1 X10MM2 N2XOH + 1X6MM2 (T) NH-80-35MM PVC -P)	ML	75.00	93.74	7 030.50
12.07.04	DEL TG AL T-PESAJE (CABLE 3-1 X10MM2 N2XOH + 1X6MM2 (T) NH-80-35MM PVC -P)	ML	45.00	93.74	4 218.30
<b>12.08 SALIDA DE CIRCUITO DERIVADO DE ENERGIA</b>					<b>133.52</b>
12.08.01	SALIDA DE FUERZA	UND	2.00	66.76	133.52
<b>12.09 SISTEMA A TIERRA</b>					<b>7 075.54</b>
12.09.01	PUESTA A TIERRA	UND	1.00	354.19	354.19
12.09.02	CABLE 1X25 M2 DESNUDO	M	25.00	91.43	2 285.75
12.09.03	CABLE 1X16 M2 DESNUDO	M	45.00	91.43	4 114.35
12.09.04	TUBERIA PVC DE 25 MM (1")	M	25.00	12.85	321.25
<b>12.10 PRUEBAS ELECTRICAS</b>					<b>2 118.65</b>
12.10.01	PRUEBAS DE RESISTIVIDAD ELECTRICA	GLB	1.00	2 118.65	2 118.65
<b>12.11 EQUIPAMIENTO LUMINARIO</b>					<b>20 645.29</b>
12.11.01	ARTEFACTO TIPO HERMETICO CON LUZ LED DE 54 W	UND	19.00	213.00	4 047.00
12.11.02	ARTEFACTO TIPO PANEL LED DE 18 Y 24 W	UND	21.00	213.00	4 473.00
12.11.03	POSTE DE ALUMBRADO PUBLICO CON PANEL FOTOVOLTAICO DE 150W	UND	53.00	196.11	10 393.83
12.11.04	ARTEFACTO TIPO ESTACA LED PARA JARDIN	UND	18.00	39.22	705.96
12.11.05	ARTEFACTO LED EXTERIOR DE 30 W TIPO BRAQUETE	UND	2.00	45.50	91.00
12.11.06	LUZ DE EMERGENCIA DE 24 W AUTONOMIA DE 12 HORAS	UND	21.00	44.50	934.50
<b>13 TANQUE SEPTICO</b>					<b>7 164.32</b>
<b>13.01 OBRAS PRELIMINARES</b>					<b>48.49</b>
13.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO	M2	4.49	6.70	30.08
13.01.02	NIVELACIÓN DE TERRENO	M2	4.49	4.10	18.41
<b>13.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>425.83</b>
13.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	7.62	35.27	268.76
13.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	8.77	17.91	157.07
<b>13.03 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>					<b>174.80</b>
13.03.01	CONCRETO C 1:10 PARA SOLADOS E=2"	M3	5.75	30.40	174.80
<b>13.04 OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>					<b>5 516.56</b>
13.04.01	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PARA TANQUE SEPTICO	M3	2.90	412.13	1 195.18
13.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	32.38	43.26	1 400.76
13.04.03	ACERO FY 4200 KG/CM2	KG	486.77	6.00	2 920.62
<b>13.05 REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>					<b>998.64</b>
13.05.01	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES CON MEZCLA C:A 1:5	M2	18.25	45.49	830.19
13.05.02	TARRAJEO C/IMPER. DE LOSA DE FONDO MEZC. C:A 1:4, E=1.5 CM	M2	3.00	26.83	80.49
13.05.03	TARRAJEO C/IMPER. DE LOSA DE TECHO MEZC. C:A 1:4, E=1.5 CM	M2	3.00	29.32	87.96
<b>14 CONTRUCCION DE VIAS DE ACCESO</b>					<b>119 782.28</b>
<b>14.01 OBRAS PRELIMINARES</b>					<b>2 701.84</b>
14.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	M2	996.99	2.71	2 701.84
<b>14.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					<b>27 688.49</b>
14.02.01	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	36.27	17.91	649.60
14.02.02	CORTE DE MATERIAL SUELTO	M3	202.06	5.11	1 032.53
14.02.03	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	238.30	32.25	7 685.18
14.02.04	PERFILADO, NIVELACIÓN, Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	M2	996.80	18.38	18 321.18
<b>14.03 PAVIMENTO</b>					<b>87 391.95</b>
14.03.01	SUB-BASE GRANULAR E=0.15M	M2	996.80	27.19	27 102.99
14.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA DE PAVIMENTOS	M2	106.90	24.27	2 594.46
14.03.03	JUNTA DE DILATACION DE 1"	M	454.00	10.60	4 812.40
14.03.04	CONCRETO F'C 210 KG/CM2 PAVIMENTO RIGIDO	M3	149.60	353.49	52 882.10
<b>14.04 SEÑALIZACION</b>					<b>2 000.00</b>
14.04.01	SEÑALIZACIÓN	GBL	1.00	2 000.00	2 000.00
<b>15 RELLENO SANITARIO</b>					<b>1 710 111.77</b>
<b>15.01 CONSTRUCCION DE LA PLATAFORMA PARA TRINCHERA</b>					<b>1 520 663.73</b>
<b>15.01.01 MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					<b>312 373.06</b>
15.01.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	M2	4,500.00	2.71	12 195.00
15.01.01.02	EXCAVACION MASIVA	GLB	74.71	4 000.00	298 840.00
15.01.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	74.71	17.91	1 338.06
<b>15.01.02 IMPERMEABILIZACIONES</b>					<b>469 521.96</b>

15.01.02.01	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO ARCILLA O MATERIAL IMPERMEABLE	M3	708.00	52.93	37 474.44
15.01.02.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO ARENA GRUESA	M3	3,519.00	94.08	331 067.52
15.01.02.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL	M2	4,500.00	13.48	60 660.00
15.01.02.04	PROTECCION DE GEOMEMBRANA CON GEOTEXTIL NO TEJIDO PP MACTEK MTN 200	M2	4,500.00	8.96	40 320.00
<b>15.01.03 DRENES E INTERIORES DE LIXIVIADOS</b>					<b>738 768.71</b>
15.01.03.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO	M2	5,076.00	2.71	13 755.96
15.01.03.02	EXCAVACIÓN DE DRENES	M3	1,015.00	20.56	20 868.40
15.01.03.03	RELLENO FILTRANTE REALIZADO CON GRAVA GRUESA	M3	1,015.20	74.42	75 551.18
15.01.03.04	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOMEMBRANA HDPE LISA E=1MM	M2	5,076.00	18.27	92 738.52
15.01.03.05	PROTECCION DE GEOMEMBRANA CON GEOTEXTIL NO TEJIDO PP MACTEK MTN 200	M2	5,076.00	8.96	45 480.96
15.01.03.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA D=6"	ML	11,443.96	42.85	490 373.69
<b>15.02 CONSTRUCCION DE POZA PARA LIXIVIADOS</b>					<b>61 872.05</b>
<b>15.02.01 MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					<b>47 045.23</b>
15.02.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	M2	286.00	2.71	775.06
15.02.01.02	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	523.35	35.27	18 458.55
15.02.01.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	523.35	17.91	9 373.20
15.02.01.04	NIVELACION INTERIOR Y COMPACTACION MANUAL DE FONDO DE POZA	M2	286.00	64.47	18 438.42
<b>15.02.02 IMPERMEABILIZACIONES</b>					<b>14 826.82</b>
15.02.02.01	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO ARCILLA O MATERIAL IMPERMEABLE	M3	57.20	52.93	3 027.60
15.02.02.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO ARENA GRUESA	M3	57.20	94.08	5 381.38
15.02.02.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE GEOTEXTIL	M2	286.00	13.48	3 855.28
15.02.02.04	PROTECCION DE GEOMEMBRANA CON GEOTEXTIL NO TEJIDO PP MACTEK MTN 200	M2	286.00	8.96	2 562.56
<b>15.03 VARIOS</b>					<b>4 242.15</b>
15.03.01	BOMBA SUMERGIBLE LIXIVIADOS	UND	1.00	4 242.15	4 242.15
<b>15.04 CHIMENEAS</b>					<b>3 817.80</b>
15.04.01	MALLA GAVION 2X1 ALAMBRE N°14	UND	15.00	254.52	3 817.80
<b>15.05 CONSTRUCCION DE CUNETAS PLUVIAL</b>					<b>119 516.04</b>
<b>15.05.01 MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					<b>7 761.04</b>
15.05.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	M2	498.50	2.71	1 350.94
15.05.01.02	EXCAVACION DE CAJA DE CANAL EN TIERRA	M3	97.10	17.12	1 662.35
15.05.01.03	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	87.90	32.25	2 834.78
15.05.01.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	106.81	17.91	1 912.97
<b>15.05.02 CONCRETO SIMPLE</b>					<b>94 033.95</b>
15.05.02.01	CONCRETO F'C 175 KG/CM2 PARA VEREDAS	M3	200.00	310.05	62 010.00
15.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	735.00	43.57	32 023.95
<b>15.05.03 TUBERIAS</b>					<b>17 721.05</b>
15.05.03.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA D=6"	ML	413.56	42.85	17 721.05
<b>16 SISTEMA DE PESAJE</b>					<b>70 500.00</b>
16.01	SISTEMA DE PESAJE AUTOMATICO BAJA VELOCIDAD	GLB	1.00	70 500.00	70 500.00
<b>17 IMPACTO AMBIENTAL</b>					<b>1 287 666.00</b>
<b>17.01 ETAPA DE CONSTRUCCION</b>					<b>545 654.00</b>
<b>17.01.01 MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS Y CORRECTIVAS</b>					<b>140 726.00</b>
<b>17.01.01.01 MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS</b>					<b>2 790.00</b>
17.01.01.01.01	SEÑALIZACION TEMPORAL	GLB	1.00	1 500.00	1 500.00
17.01.01.01.02	DISPOSICION DE LOS RESIDUOS	GLB	30.00	43.00	1 290.00
<b>17.01.01.02 MANEJO DE AGUAS RESIDUALES</b>					<b>41 000.00</b>
17.01.01.02.01	INSTALACION DE BAÑOS PORTATILES	GLB	1.00	1 000.00	1 000.00
17.01.01.02.02	DISPOSICION DE AGUAS RESIDUALES	GLB	20.00	2 000.00	40 000.00
<b>17.01.01.03 MANTENIMIENTO DE EQUIPOS, VEHICULOS Y MAQUINARIA</b>					<b>5 000.00</b>
17.01.01.03.01	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	GLB	1.00	5 000.00	5 000.00
<b>17.01.01.04 MEDIDAS DE CONTROL DE POLVO</b>					<b>1 500.00</b>
17.01.01.04.01	COBERTURA DE VEHICULOS	GLB	1.00	1 500.00	1 500.00
<b>17.01.01.05 MEDIDAS DE CONTROL DE SUELOS</b>					<b>90 436.00</b>
17.01.01.05.01	RESTAURACION DE SUELOS	GLB	1.00	63 932.00	63 932.00
17.01.01.05.02	ARBORIZACION	GLB	1.00	26 504.00	26 504.00
<b>17.01.02 PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL</b>					<b>4 020.00</b>
17.01.02.01	ESTACION DE MONITOREO DE GASES	GLB	2.00	1 410.00	2 820.00
17.01.02.02	MONITOREO DE NIVELES DE RUIDO	GLB	6.00	200.00	1 200.00
<b>17.01.03 PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL</b>					<b>39 000.00</b>

17.01.03.01	CHARLAS INFORMATIVAS	GLB	6.00	4 000.00	24 000.00
17.01.03.02	MEDIOS DE DIFUSION	GLB	6.00	2 000.00	12 000.00
17.01.03.03	MATERIALES DE INFORMACION	GLB	6.00	500.00	3 000.00
<b>17.01.04 PROGRAMA DE CAPACITACION AMBIENTAL</b>					<b>45 000.00</b>
17.01.04.01	MATERIAL EDUCATIVO	GLB	7.00	2 000.00	14 000.00
17.01.04.02	CHARLAS DE CAPACITACION DE EDUCACION AMBIENTAL	GLB	7.00	1 500.00	10 500.00
17.01.04.03	CHARLAS DE CAPACITACION DE SEGURIDAD EN OBRA	GLB	7.00	2 500.00	17 500.00
17.01.04.04	DIFUSION DE LOS PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO SEGURO	GLB	1.00	3 000.00	3 000.00
<b>17.01.05 PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD</b>					<b>310 708.00</b>
17.01.05.01	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	GLB	20.00	14 335.40	286 708.00
17.01.05.02	EXAMEN MEDICO PARA EL PERSONAL DE OBRA	GLB	120.00	200.00	24 000.00
<b>17.01.06 PREVENCION DE PERDIDAS Y CONTINGENCIAS</b>					<b>6 200.00</b>
17.01.06.01	CHARLAS DE CAPACITACION A BRIGADAS DE EMERGENCIA	GLB	1.00	1 200.00	1 200.00
17.01.06.02	PREPARACION DEL SISTEMA DE ALERTA	GLB	1.00	2 500.00	2 500.00
17.01.06.03	EDUCACION Y CAPACITACION DEL PLAN DE CONTINGENCIA	GLB	1.00	2 500.00	2 500.00
<b>17.02 ETAPA DE OPERACION</b>					<b>404 488.00</b>
<b>17.02.01 MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS Y CORRECTIVAS</b>					<b>310 288.00</b>
17.02.01.01	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL	GLB	20.00	14 335.40	286 708.00
17.02.01.02	DISPOSICION DE LOS RESIDUOS	GLB	60.00	43.00	2 580.00
17.02.01.03	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	GLB	3.00	5 000.00	15 000.00
17.02.01.04	SEÑALIZACIÓN	GBL	3.00	2 000.00	6 000.00
<b>17.02.02 PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL</b>					<b>94 200.00</b>
17.02.02.01	ESTACION DE MONITOREO DE GASES	GLB	20.00	1 410.00	28 200.00
17.02.02.02	MONITOREO DE NIVELES DE RUIDO	GLB	20.00	200.00	4 000.00
17.02.02.03	MONITOREO DE NIVELES DE LIXIVIADOS	GLB	20.00	3 100.00	62 000.00
<b>17.03 ETAPA DE CIERRE Y POST CIERRE</b>					<b>337 524.00</b>
<b>17.03.01 MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS Y CORRECTIVAS</b>					<b>100 436.00</b>
17.03.01.01	RESTAURACION DE SUELOS	GLB	1.00	63 932.00	63 932.00
17.03.01.02	ARBORIZACION	GLB	1.00	26 504.00	26 504.00
17.03.01.03	SEÑALIZACIÓN	GBL	5.00	2 000.00	10 000.00
<b>17.03.02 PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL</b>					<b>16 080.00</b>
17.03.02.01	ESTACION DE MONITOREO DE GASES	GLB	3.00	1 410.00	4 230.00
17.03.02.02	MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE	GLB	3.00	850.00	2 550.00
17.03.02.03	MONITOREO DE NIVELES DE LIXIVIADOS	GLB	3.00	3 100.00	9 300.00
<b>17.03.03 PROGRAMA DE ABANDONO Y CIERRE</b>					<b>221 008.00</b>
17.03.03.01	DESINSTALACION DE OBRAS	GLB	2.00	30 000.00	60 000.00
17.03.03.02	RESTAURACION DEL AREA OCUPADA	GLB	1.00	25 000.00	25 000.00
17.03.03.03	ARBORIZACION	GLB	2.00	26 504.00	53 008.00
17.03.03.04	LIMPIEZA DE TERRENO	M2	10,000.00	6.70	67 000.00
17.03.03.05	MONITOREO DE NIVELES DE RUIDO	GLB	5.00	200.00	1 000.00
17.03.03.06	SUPERVISION AMBIENTAL	GLB	5.00	3 000.00	15 000.00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>4 560 149.54</b>
<b>GASTOS GENERALES (12% CD)</b>					<b>547 217.94</b>
<b>UTILIDAD (10% CD)</b>					<b>456 014.95</b>
<b>SUB TOTAL</b>					<b>5 563 382.43</b>
<b>IMPUESTO (IGV 18%)</b>					<b>1 001 408.84</b>
<b>MONTO REFERENCIAL DE OBRA (VR)</b>					<b>6 564 791.27</b>
<b>GASTOS DE SUPERVISION (4% VR)</b>					<b>262 591.65</b>
<b>MONTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>6 827 382.92</b>

NOTA: El presupuesto fue procesado para la ejecución por contrata en Soles

**ANEXO 12:**  
**CRONOGRAMA DE OBRA**

