

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

SOLUCIONES DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y DISEÑO  
DE LA CIMENTACIÓN PARA EL COMPLEJO DENOMINADO  
"AUREOLA DEL ÁNGEL"

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Gaibor Vera Edgar Iván

Haro Fiallos Andrea Gabriela

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

## **DEDICATORIA**

A mi familia por creer siempre que podía, en especial a mi papá que siempre estuvo a una llamada, a mis amigos por hacer de la etapa universitaria la mejor experiencia, a mi amigo Josué que, tras su partida inesperada, me alimentaba el recuerdo que siempre creyó en lo que yo era capaz, finalmente, a mí por nunca haberme rendido cuando sentía que no podía.

**Edgar Iván Gaibor Vera**

A mi mami, por disponer toda su confianza en mí, y recordarme en los momentos de tribulación cuan capaz me formaba ante sus ojos. Se la dedico a mis abuelitos, ya que fueron y son un pilar importante en mi educación. A mis tíos, por apoyarme en cada paso y celebrar cada uno de mis logros. A mi familia, por qué siempre serán el lugar seguro en el cual puedo refugiarme. A la ESPOL que me abrió nuevos horizontes y me enseñó que los sueños se forjan en base a trabajo duro. Finalmente, a mí, por ser esa mujer valiente en la que siempre soñé convertirme.

**Andrea Gabriela Haro Fiallos**

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a AGN+C por haber confiado su proyecto en nosotros, al Ph. D. Miguel Ángel Chávez por su tutoría, a mi compañera Gabriela por todo el trabajo que hicimos.

**Edgar Iván Gaibor Vera**

Al estudio de diseño ARNATO y al grupo constructor AGN + C por haber confiado en nuestra capacidad y dejar en nuestras manos tan valioso proyecto. A nuestro tutor, el Ph.D. Miguel Ángel Chávez que supo guiarnos hasta llegar al término exitoso del proyecto. Finalmente, a mi compañero Iván Gaibor con quien formamos un buen equipo de trabajo.

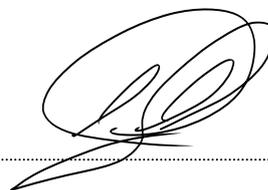
**Andrea Gabriela Haro Fiallos**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Edgar Iván Gaibor Vera y Andrea Gabriela Haro Fiallos damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”.



Sr. Edgar Iván Gaibor Vera



Srta. Andrea Gabriela Haro Fiallos

# EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:  
**MIGUEL ANGEL  
CHAVEZ MONCAYO**



Firmado electrónicamente por:  
**MIGUEL ANGEL  
CHAVEZ MONCAYO**

---

**Miguel Ángel Chávez, Ph.D.**

PROFESOR DE LA MATERIA

**Miguel Ángel Chávez, Ph.D.**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

En este proyecto se diseña la cimentación de un restaurante llamado la “Aureola del Ángel” ubicado en la parroquia Río Verde del cantón Baños de Agua Santa, en donde previamente se debe lograr la estabilización de taludes debido a la presencia de suelos coluviales en el terreno. La solución diseñada usa anclajes continuos inyectados que sirven como conexión de la cimentación poco profunda hacia el macizo rocoso del terreno. Estos anclajes estabilizan los taludes debido a que se adhieren al suelo por medio de una lechada de hormigón y se conectan a la cimentación a través de una varilla que se conecta a la parrilla del plinto. Como resultado se obtuvieron planos que representan las excavaciones y rellenos que se deben realizar para la implementación de la estructura en el terreno. Se diseñaron dos tipos de cimentación, para el restaurante y el puente respectivamente. Adicionalmente, se realizó una modelación con el software galena que verifica que, ante el caso más crítico a ocurrir en el lugar, se tiene un factor de seguridad de 1.14, el cual asegura la resistencia de la estructura. Finalmente, se estima que el costo del proyecto será de \$ 160509,57 con una duración de 84 días.

**Palabras Clave:** Plinto, anclajes continuos inyectados, suelos coluviales, software Galena, factor de seguridad.

## **ABSTRACT**

*In this project, we have designed the foundation of a restaurant called the "Aureola del Ángel" located in the Rio Verde parish of the Baños de Agua Santa district. Before doing this, the stabilization of slopes must be achieved due to the presence of colluvial soils in the land. The designed solution uses continuous grouted anchors that serve as a connection from the shallow foundation to the clumps of rock of the terrain. These anchors stabilize the slopes because they are attached to the ground by means of a concrete grout and are connected to the foundation through a rod that is connected to the plinth grid. As a result, plans were obtained that represent the excavations and fills that must be carried out for the implementation of the structure on the ground. Two types of foundations were designed, for the restaurant and the bridge respectively. Additionally, we made use of the Galena software to carry out a modeling that verifies that if a critical event were to take place, there is a 1.14 safety factor, which ensures the structure resistance. Finally, the cost of the project is estimated to be \$ 160509.57 with a duration of 84 days.*

*Keywords: foundation, grouted anchors, colluvial soils, Galena Software, security factor.*

# ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES .....	5
RESUMEN .....	6
<i>ABSTRACT</i> .....	7
ÍNDICE GENERAL.....	8
ABREVIATURAS .....	13
SIMBOLOGÍA.....	14
ÍNDICE DE FIGURAS .....	15
ÍNDICE DE TABLAS.....	19
CAPÍTULO 1.....	21
1.    Introducción .....	21
1.1    Antecedentes .....	21
1.2    Descripción del problema .....	22
1.3    Justificación del problema .....	23
1.4    Objetivos .....	24
1.4.1    Objetivo General .....	24
1.4.2    Objetivos Específicos .....	24
1.5    Generalidades.....	25
1.5.1    Ubicación geográfica.....	25
1.5.2    Demarcación política .....	25
1.5.3    Organización Comunitaria.....	26

1.5.4	Actividad productiva.....	26
1.5.5	Topografía.....	26
1.5.6	Clima.....	27
1.5.7	Flora.....	27
1.5.8	Fundamentación teórica.....	27
CAPÍTULO 2.....		36
2.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	36
2.1	Plan de trabajo.....	36
2.2	Metodología.....	36
2.2.1	Observaciones del terreno.....	36
2.2.2	Topografía.....	38
2.2.3	Excavación en calicatas.....	39
2.3	Formulación, descripción y selección de alternativa óptima.....	45
2.3.1	Características técnicas.....	45
2.3.2	Características económicas.....	46
2.3.3	Características sociales.....	46
2.3.4	Características ambientales.....	47
2.3.5	Normativa de la estabilidad de taludes.....	47
2.3.6	Parámetros cuantificadores.....	48
2.3.7	Alternativas.....	48
2.3.8	Selección de la alternativa óptima.....	50
2.4	Consideraciones para el diseño.....	51

2.4.1	Características topográficas del área .....	51
2.4.2	Emplazamiento de la edificación .....	52
2.4.3	Estudios de caracterización del terreno factibles de realizar .....	54
2.4.4	Perfiles geotécnicos.....	61
2.4.5	Criterios para el diseño de cimentaciones superficiales .....	64
2.4.6	Criterios para el diseño de muro de contención .....	70
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>		<b>76</b>
3.	<b>RESULTADOS Y ANÁLISIS .....</b>	<b>76</b>
3.1	Diseño de cimentación .....	76
3.1.1	Cálculo del plinto para el edificio del restaurante: .....	76
3.1.2	Dimensionamiento de la loseta de zapata aislada: .....	77
3.1.3	Verificación de diseño de la losa de cimentación .....	79
3.1.4	<b>DISEÑO DEL DADO DE LA CIMENTACIÓN.....</b>	<b>82</b>
3.2	Diseño de muro .....	86
3.2.1	Datos generales del terreno .....	86
3.3	Verificación de estabilizaciones de taludes .....	106
3.4	Presupuesto.....	109
3.5	Cronograma de actividades para la ejecución de obra.....	111
<b>CAPÍTULO 4.....</b>		<b>113</b>
4.	<b>ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>114</b>
4.1	Descripción del problema .....	114
4.2	Objetivos .....	114

4.2.1	Objetivo General .....	114
4.2.2	Objetivo Específico .....	114
4.3	Descripción de las alternativas de cimentación .....	115
4.3.1	Descripción, alternativa de cimentación superficial: .....	115
4.3.2	Alternativa de cimentación profunda con pilotes hincados .....	118
4.3.3	Alternativa de cimentaciones apoyadas a través de anclajes continuos inyectados .....	121
4.4	Línea base ambiental .....	128
4.4.1	Medio físico.....	128
4.4.2	Medio biótico .....	132
4.4.3	Medio Social.....	133
4.5	Identificación de factores e impactos ambientales .....	135
4.6	Valoración de impactos ambientales .....	136
4.6.1	Análisis “causa – efecto” para alternativa de cimentación superficial.....	141
4.6.2	Análisis “causa – efecto” de la alternativa: Cimentación superficial sujetas a anclajes continuos.....	144
4.6.3	Análisis “causa – efecto” de la alternativa: Cimentación superficial sujeta a anclajes contínuos inyectados. ....	101
4.7	Análisis de resultados.....	146
4.8	Medidas de prevención/mitigación .....	147
4.9	Conclusiones .....	148
CAPÍTULO 5 .....		149

5.	Conclusiones y recomendaciones .....	149
5.1	Conclusiones .....	149
5.2	Recomendaciones .....	151
6.	Bibliografía.....	152
	Anexo 1: Cálculo de la cimentación .....	157

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
GAD	Gobierno autónomo descentralizado
GABVR	Gobierno autónomo descentralizado de Rio Verde
GADBAS	Gobierno autónomo descentralizado de Baños de Agua Santa
PDOT	Plan de ordenamiento territorial
FS	Factor de seguridad
NEC-2015	Norma ecuatoriana de la construcción 2015
ISO14001	Organización internacional de organización

## SIMBOLOGÍA

Tonf	Tonelada fuerza
Kn	KiloNewton
Df	Nivel de desplante (m)
Mu	Momento último de diseño (kN*m)
Pu	Fuerza última de diseño (kN)
Q	Esfuerzo de total contacto en la base de la zapata ( MPa)
Wf	Peso de la cimentación (kN/m <sup>3</sup> )
Vud.	Cortante última (kN)
B <sub>n</sub>	Fuerza de aplastamiento (kN)
B <sub>o</sub>	Longitud de punzonamiento (m)
A <sub>o</sub>	Área de punzonamiento (m <sup>2</sup> )
As.	Área de acero (m <sup>2</sup> )
As.min.	Área de acero mínimo (m <sup>2</sup> )
As.máx.	Área de acero máximo (m <sup>2</sup> )
S	Separación de acero
Ag.	Área transversal de columna (m <sup>2</sup> )
D	Peralte (m)
FS	Factor de seguridad

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 Mapa área urbana de la ciudad de Baños de Agua Santa [Google Maps, 2021]..	22
FIGURA 1.2 Descripción de deslizamientos por actividades volcánicas [Suarez, 2009].....	28
FIGURA 1.3 Falla de talud (Braja, 2005). .....	30
FIGURA 1.4. Esquema estático del método Sarma. (Sarma, 1973).....	31
FIGURA 2.1 Vista perfil de la plataforma. [Gaibor y Haro, 2021].....	37
FIGURA 2.2 Se visualizada la roca basáltica fosilizada [Gaibor y Haro, 2021]. .....	38
FIGURA 2.3 Calicata 1, ubicada en la superficie con una profundidad de 2.20 m [Gaibor y Haro, 2021]. .....	41
FIGURA 2.4 Presencia de grandes piedras.....	42
FIGURA 2.5 Calicata 3, 2.25 m. de profundidad [Gaibor y Haro, 2021]. .....	43
FIGURA 2.6 Material encontrado en la calicata 3 [Gaibor y Haro, 2021]. .....	44
FIGURA 2.7 Calicata 4, 1.80 m. de profundidad. [Gaibor y Haro, 2021].....	45
FIGURA 2.8 Se observa que las edificaciones serán construidas en una cresta descendente y que a los lados se tienen dos hondonadas. [Gaibor y Haro, 2021].....	52
FIGURA 2.9 Vista pictórica frontal de la edificación. Nótese que las columnas soportantes se han proyectado apoyarse en puntos o sitios a diferentes niveles [Gaibor y Haro, 2021].....	53
FIGURA 2.10 Vista de perfil de la edificación. Nótese que las columnas se apoyan a diferentes alturas y también la forma del terreno en pendiente. [Gaibor y Haro, 2021].....	54
FIGURA 2.11 Densa vegetación en la ladera donde se construirá el proyecto lo cual impidió elegir apropiadamente los sitios de excavación de las calicatas. [Gaibor y Haro, 2021] .....	57

FIGURA 2.12 Localización de las calicatas en la prospección geotécnica y los perfiles topográficos [Gaibor y Haro, 2021] .....	57
FIGURA 2.13 Detalle de la parte más plana del terreno en una cresta topográfica, incluida casi en el centro de la foto 1, en donde se excavó una calicata. [Gaibor y Haro, 2021].....	58
FIGURA 2.14 Los perfiles topográficos más representativos [Gaibor y Haro, 2021] .....	58
FIGURA 2.15 El perfil E-E' representa el corte longitudinal más representativo del lugar de implantación de construcción. [Gaibor y Haro, 2021] .....	59
FIGURA 2.16 Perfiles ligeramente diagonales al terreno de interés [Gaibor y Haro, 2021]...	59
FIGURA 2.17 Estratos de las calicatas 1, 2 y 3 [Gaibor y Haro, 2021]. .....	60
FIGURA 2.18 Estratos de las calicatas 4 y 5. [Gaibor y Haro, 2021].....	60
FIGURA 2.19 Interpretación geotécnica en los perfiles C-C' y D-D'. [Gaibor y Haro, 2021]..	62
FIGURA 2.20 Localización de los puntos de apoyo de la edificación. [Gaibor y Haro, 2021]. .....	63
FIGURA 3.1 Vista en corte del muro 1. [Gaibor y Haro, 2021].....	97
FIGURA 3.2 Vista del armado de la pantalla de compresión del muro. ....	98
FIGURA 3.3 Vista en corte del muro 2. [Gaibor y Haro, 2021].....	101
FIGURA 3.4 Vista en corte longitudinal del muro 2. [Gaibor y Haro, 2021].....	102
FIGURA 3.5 Vista en corte del muro 3. [Gaibor y Haro, 2021].....	105
FIGURA 3.6 Vista en corte longitudinal del muro 3. [Gaibor y Haro, 2021] .....	106
FIGURA 3.7 Mapa para el diseño sísmico. [NEC, 2011].....	107

FIGURA 3.6 Resultado de la modelación del estado actual del terreno. [Gaibor y Haro, 2021] .....	108
FIGURA 3.9 Resultado de la modelación ante la implementación de la solución escogida [Gaibor y Haro, 2021]. .....	109
FIGURA 3.4. Diagrama de Gant del cronograma de obra [Gaibor y Haro, 2021]. .....	113
FIGURA 4.1 Modelo geométrico y de cargas en una cimentación superficial (Chagoyén, 2009).....	115
FIGURA 4.2 Proceso constructivo de zapata aislada. (Pardo, 2018).....	117
FIGURA 4.3 Casos de empleo y mecanismo de los pilotes hincados (Hurtado, 2007).....	118
FIGURA 4.4 Proceso de disposición de pilote hincados en el terreno natural. (Keller, 2012). .....	120
FIGURA 4.5 Representación gráfica general de mecanismo de trabajo para anclajes continuos inyectados (Gaibor y Haro, 2021). .....	122
FIGURA 4.5 Corte vertical y longitudinal de la configuración conformante de un anclaje continuo inyectado (Molina, 2020). .....	124
FIGURA 4.6 Corte longitudinal de la unión entre una zapata aislada y los anclajes continuos inyectados (Gaibor y Haro, 2022). .....	126
FIGURA 4.7 Corte longitudinal de la unión entre un muro de contención / estructural y los anclajes continuos inyectados (Gaibor y Haro, 2022).....	127
FIGURA 4.8 Ubicación geográfica del terreno de intervención. (Gaibor y Haro, 2021).....	131
FIGURA 4.9 Tomas aéreas que denotan el estado actual del terreno de intervención. (Gaibor y Haro, 2021). .....	131

FIGURA 4.10 Implantación del proyecto de construcción. (Gaibor y Haro, 2021).....	133
FIGURA 4.11 Actividades económicas presentes en la parroquia Río Verde. (GAD Parroquial Río Verde, 2021). .....	134

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.2 Elección de alternativa óptima. [Gaibor y Haro, 2021].	50
Tabla 3.1 Especificaciones del plinto de cimentación para el restaurante. [Gaibor y Haro, 2021]	84
Tabla 3.2 Especificaciones del plinto de cimentación para el puente. [Gaibor y Haro, 2021]	85
Tabla 3.3 Especificaciones del suelo. [Gaibor y Haro, 2021]	86
Tabla 3.4 Especificaciones de los materiales. [Gaibor y Haro, 2021]	87
Tabla 3.5 Dimensiones del muro 1. [Gaibor y Haro, 2021]	88
Tabla 3.6 Cálculo de los momentos últimos a las distintas distancias z. [Gaibor y Haro, 2021]	90
Tabla 3.7 Peralte a las distintas distancias z. [Gaibor y Haro, 2021]	90
Tabla 3.8 Acero necesario a flexión de los distintos peraltes. [Gaibor y Haro, 2021]	91
Tabla 3.9 Distribución del acero en los distintos peraltes. [Gaibor y Haro, 2021]	92
Tabla 3.10 Especificaciones de diseño del muro 1. [Gaibor y Haro, 2021]	96
Tabla 3.11 Especificaciones de diseño del muro 2. [Gaibor y Haro, 2021]	98
Tabla 3.12 Acero necesario para las diferentes alturas Z de la pantalla interna. [Gaibor y Haro, 2021]	100
Tabla 3.13 Distribución del acero a las diferentes alturas de la pantalla interna. [Gaibor y Haro, 2021]	100

Tabla 3.14 Especificaciones de diseño del muro 3. [Gaibor y Haro, 2021] .....	102
Tabla 3.15 Acero necesario para las diferente alturas Z de la pantalla interna. [Gaibor y Haro, 2021] .....	103
Tabla 3.16 Distribución del acero a las diferentes alturas de la pantalla interna. [Gaibor y Haro, 2021] .....	104
Tabla 3.17 Tabla de presupuesto general del proyecto [Gaibor y Haro, 2021].....	111
Tabla 3.18 Cronograma de actividades de obras realizado en Project [Gaibor y Haro, 2021]. .....	78
Tabla 4.1 Factores e impactos. [Gaibor y Haro, 2021].....	135
Tabla 4.2 Impactos y valores cualitativos simples asignados. [Garmendia y otros, 2005]	140
Tabla 4.3 Impactos y valores cualitativos simples asignados. [Gaibor y Haro, 2022] .....	143
Tabla 4.4 Impactos y valores cualitativos simples asignados. [Gaibor y Haro, 2022] .....	144
Tabla 4.5 Impactos y valores cualitativos simples asignados. [Gaibor y Haro, 2022] .....	145
Tabla 4.6 Plan de manejo ambiental en base a la metodología 5W+2H. [Gaibor y Haro, 2022].....	147

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

La original Vía Baños – Puyo, antiguamente lastrada, tomaba tramos de una sola vía que difieren a los que hoy se cursa en pro de llegar al Oriente Ecuatoriano. La actual vía interprovincial consta de siete túneles y la única en el mundo con ese número de viaductos en un tramo de 60 kilómetros. Esta zona actualmente pertenece a la parroquia Río Verde, la cual, debido al turismo se ha convertido en un terreno de inversión para atractivos turísticos, siendo uno de los principales el Pailón del Diablo.

El hablar de la parroquia Río Verde, es hablar de desarrollo, hace menos de 25 años esta zona se consideraba una zona rural y de difícil acceso, debido al pésimo diseño vial disponible en donde solo se encontraba un carril de servicio usado para entrada y salida, por lo que para los habitantes de la localidad era difícil tener comunicación con las demás parroquias que componen el cantón. Por acciones del gobierno liderado por Gustavo Noboa se planteó el modelo, mientras que para el año 2003, en la presidencia de Lucio Gutiérrez, se inauguró la obra; con esto se logró el desarrollo vial por medio de la construcción de dos túneles, que permitían el ingreso y salida de la parroquia con mayor facilidad; el uso de estas maquinarias hizo que se tome una de las afluentes del río por el que la parroquia toma como nombre provocando la creación de una laguna que fue el nuevo atractivo de la zona.

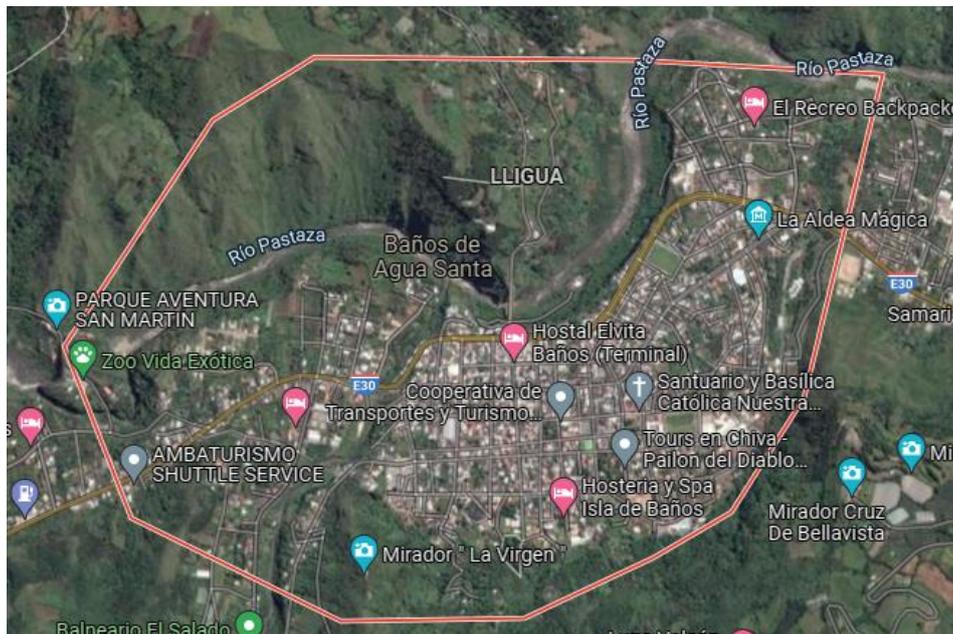
Este sitio turístico se convirtió en la principal fuente de ingreso dejando atrás la dependencia a la agricultura como único sustento. Además de desencadenar la creación de balnearios y la construcción de nuevos caminos para seguridad de los turistas.

## 1.2 Descripción del problema

La ciudad de Baños de Agua Santa es uno de los grandes atractivos turísticos que ofrece el Ecuador; su fama a nivel internacional se adjudica a la riqueza en atractivos turísticos naturales y la explotación que los moradores han sabido darle a estos, creando deportes extremos y demás actividades de distracción para los visitantes del cantón. La ciudad se encuentra en una zona montañosa, específicamente en una olla geográfica, asentada a los pies del volcán Tungurahua, que se encuentra aún activo, y a su vez el Río Pastaza que cruza la ciudad.

**Figura 1.1** Mapa área urbana de la ciudad de Baños de Agua Santa

**Fuente:** [Google Maps, 2021]



La construcción de estructuras dedicadas al turismo, tales como restaurantes, hoteles, atracciones dedicadas a deportes y demás, son comunes en la zona.

Todas estas estructuras enfrentan el tipo de suelo que se encuentra en la zona, de tipo rocoso y montañoso. Los estudios de suelos realizados en la zona exponen que se trata

de un suelo tipo D; sumado a que este terreno se encuentra al costado de la vía Baños-Puyo, se deduce que gran parte del terreno este compuesto por residuos de la vía. Sobre el terreno se planifica la construcción de un restaurante compuesto por estructura metálica.

El presente proyecto se trata de la primera etapa de la implementación del restaurante “La aureola del Ángel”, en donde se diseñará un método correcto para las estabilizaciones de taludes que permita brindar la seguridad necesaria para la implementación de la estructura, y de manera posterior, que se diseñe las cimentaciones de esta.

### **1.3 Justificación del problema**

Río Verde es una de las cinco parroquias que componen el cantón Baños de Agua Santa. La actual parroquia, fue considerada años atrás como un sitio de descanso para los viajeros que se dirigían rumbo al oriente ecuatoriano.

En el año 1952 se registra una crecida del río del cual la parroquia toma su nombre, creciente que sobrepasó el nivel del poblado generando daños en infraestructuras.

A raíz del crecimiento de la red interprovincial que conduce al Oriente Ecuatoriano en dirección Baños – Puyo, la parroquia de Río Verde incrementó de manera exponencial en población y crecimiento inmobiliario con el turismo como actividad económica principal de sustento.

La cascada “El Pailón del Diablo” es el principal atractivo turístico de la parroquia; la promoción de este atractivo ha llevado a que más pobladores de la ciudad dejen de lado la actividad agrícola que en su tiempo fue la principal fuente de ingreso y se tornen a la actividad turística, emprendiendo con restaurantes, hoteles o parqueaderos.

En la temporada de mayor afluencia de turistas, a menudo la capacidad de restaurantes se ve excedida en el número de personas, además de que no existe un patio de comidas

de alta gama en la parroquia, que difiera en experiencias y sentido al resto de establecimientos existentes.

Se planifica la construcción del proyecto turístico en la montaña de frente a la cascada “El Pailón del Diablo”, aprovechando las vistas que la esta, el río y la vegetación amazónica brindan, lanzando una propuesta ambiciosa de construcción debido a la estratigrafía del terreno y la complejidad de acceso.

El diseño de la cimentación de esta estructura consiste en dos frentes, el básico, con base en una cimentación de terreno tipo D, y la estabilización de taludes presentes y aquellos resultantes del movimiento de tierras necesarios para dar lugar al área que ocupará dicha infra estructura. Las soluciones propuestas en la presente toman en consideración que Ecuador se encuentra en una zona altamente sísmica, siguiendo parámetros dictados por la NEC 2015.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Diseñar las cimentaciones del restaurante “La aureola del Ángel” ubicado en la vía Baños-Puyo mediante el uso de anclajes continuos inyectados que garanticen el correcto servicio de la estructura.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Realizar un estudio topográfico que muestra la superficie sobre la que se asentará la estructura.
- Establecer un estudio de suelos que indique el carácter del suelo y profundidad de la roca.

- Definir los criterios de diseño de la cimentación para la edificación mediante el análisis de la información recopilada.
- Proponer tres diferentes soluciones que resuelvan la problemática.
- Escoger la solución que satisfaga los estándares de servicio esperado.
- Representar mediante planos estructurales el diseño propuesto.

## **1.5 Generalidades**

### **1.5.1 Ubicación geográfica**

La ciudad Baños de Agua Santa se encuentra ubicada en la provincia del Tungurahua, situándose en las faldas de del volcán del mismo nombre.

La parroquia Río Verde es una de las cinco parroquias que componen el cantón Baños de Agua Santa con un área de 246.5 km<sup>2</sup>, se encuentra ubicada en el kilómetro 14.7 vía Baños – Puyo, y su área urbana ocupa 24.96 hectáreas de la extensión total de la parroquia. La planificación del proyecto se desarrolla en los terrenos pertenecientes a la Familia Guevara, actuales dueños del complejo turístico denominado “El Pailón del Diablo”.

De manera general, el proyecto está centrado en las coordenadas; norte 9845026 y este 801157 con una altitud de 1477 m.s.n.m.

### **1.5.2 Demarcación política**

El cantón de Baños de Agua Santa contempla el 31.5% del territorio ocupado por la provincia de Tungurahua, está ubicado en la zona 3 de planificación en base a la división dictada por la SEMPLADES.

La Parroquia de Río Verde posee una extensión de 246.5 Km<sup>2</sup>, correspondiente al 23% del área total del cantón del que forma parte, limitando al norte y este con la provincia

de Tungurahua, al sur, con las provincias Chimborazo y Morona Santiago, y al oeste con la parroquia Río Negro, también perteneciente al cantón Baños de Agua Santa.

### **1.5.3 Organización Comunitaria**

El cantón de Baños de Agua Santa se encuentra liderado por un alcalde, el Dr. Luis Silva Luna, autoridad principal del Gobierno Autónomo Descentralizado. La parroquia Río Verde, tiene a la cabeza a la Arquitecta Noemi Tipán directora administrativa del GAD correspondiente.

Baños de Agua Santa, según datos del registro realizado en el año 2010, posee una población de más de 20 000 habitantes, que incluye a la zona rural y urbana, estimando una tasa de crecimiento estimada de 2.4% anual. Es importante señalar que su distribución demográfica es equitativa con respecto al género femenino y masculino (INEC, 2001). La población urbana del cantón corresponde al 10479 y rural al 5673. Mientras que, la parroquia Río Verde posee, con base en INEC2018, 1339 habitantes.

### **1.5.4 Actividad productiva**

La Parroquia Río Verde ofrece distintas actividades para turistas que visitan la zona, y estos disfruten al máximo su estancia en el lugar. Estas actividades comprenden servicios de alimentación, hosterías, deportes extremos, atracciones de saltos de agua y miradores. Uno de los primeros atractivos presentado en la zona es el Pailón del Diablo, su nombre se debe a la forma de la roca en la cascada y posee uno de los saltos de agua más grandes del Ecuador.

### **1.5.5 Topografía**

Al situarse en una olla geográfica, hace que la ciudad de Baños esté rodeada por montañas, por lo que es común que dentro de la misma se encuentren calles con

pendientes pronunciadas. En la Parroquia Río Verde se encuentran los mayores saltos de agua y un río cruza por el centro de la parroquia, lo cual hace que el terreno sea bastante irregular.

#### **1.5.6 Clima**

El clima de la localidad es muy variado, pasando de un intenso sol a días lluviosos en pocos periodos de tiempo, por lo que la temperatura de la zona siempre oscila entre los 18°C a 26°C. El pronóstico del clima no es tan certero ya que la estación meteorológica más cercana está ubicada en el volcán Tungurahua, mientras que la ciudad, se localiza en las faldas de este, evidenciando varios metros de desfase en la toma de datos.

#### **1.5.7 Flora**

Debido a las condiciones del clima, se han desarrollado especies endémicas que se han adaptados a las condiciones climáticas del lugar. Se tiene un total de 195 especies endémicas de flora, en la que se destaca las 95 especies de orquídeas de la familia *Lou Host*. En el 2002, Sangay fue reconocido como el primer Corredor ecológico en el país, el cual se considera como una zona protegida, este galardón fue dado por la WWF (World Wild Life Fund- International), entidad que busca la conservación de la naturaleza.

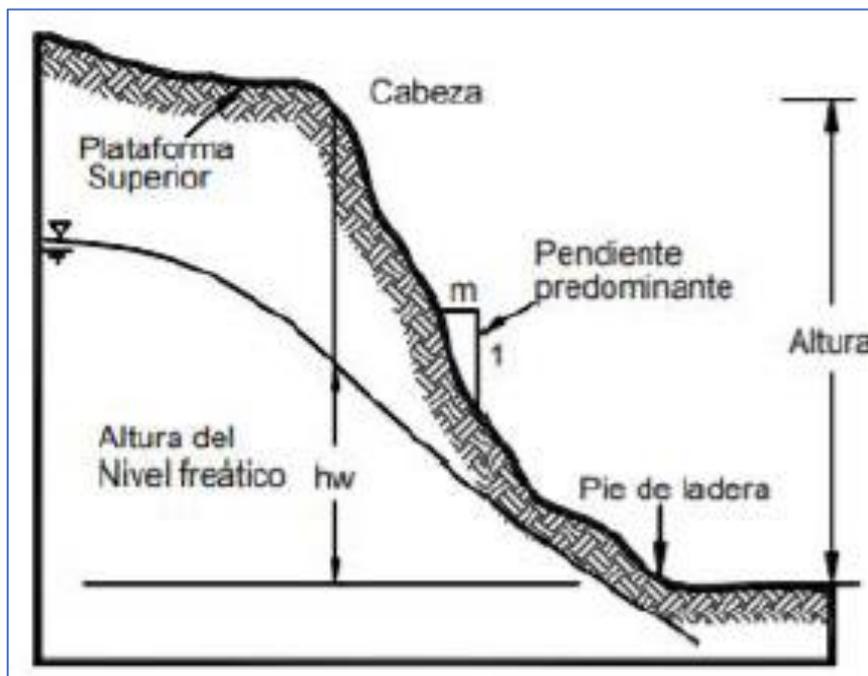
#### **1.5.8 Fundamentación teórica**

El deslizamiento de suelos se trata de fenómenos ocurrentes en zonas de laderas y taludes ubicados en zonas altas tales como cerros y montañas. En la naturaleza se encuentran pendientes naturales que ayudan al equilibrio original del terreno, por lo que, las acciones humanas en estos terrenos son los que provocan este tipo de reacciones, generando formas anisotrópicas del material en cuestión (Chávez,2006). Una de las causas comunes es la deforestación, en donde, el suelo pierde propiedades

de cohesión y ocurren estos desplazamientos, y de igual forma, los movimientos de tierras ocasionados por excavaciones, desalojos, conformaciones, suelen ser causantes inmediatos debido al gran impacto en la composición del suelo. En la naturaleza, los casos de deslizamiento ocurren debido a actividades volcánicas (FIGURA 2).

**Figura 1.2** Descripción de deslizamientos por actividades volcánicas

**Fuente:** [Suarez, 2009]



1. Pie de ladera/talud, su principal característica es la sección cóncava evidenciando el cambio de la elevación.
2. Cabeza, se denota como un gran cambio de pendiente situada en la parte superior de la ladera.
3. Altura de nivel freático, representa la distancia hasta el punto en donde, la presión de agua es igual a la atmosférica, de manera general, se mide al terminar la cabeza del talud.

### **1.5.8.1 Estabilidad de taludes**

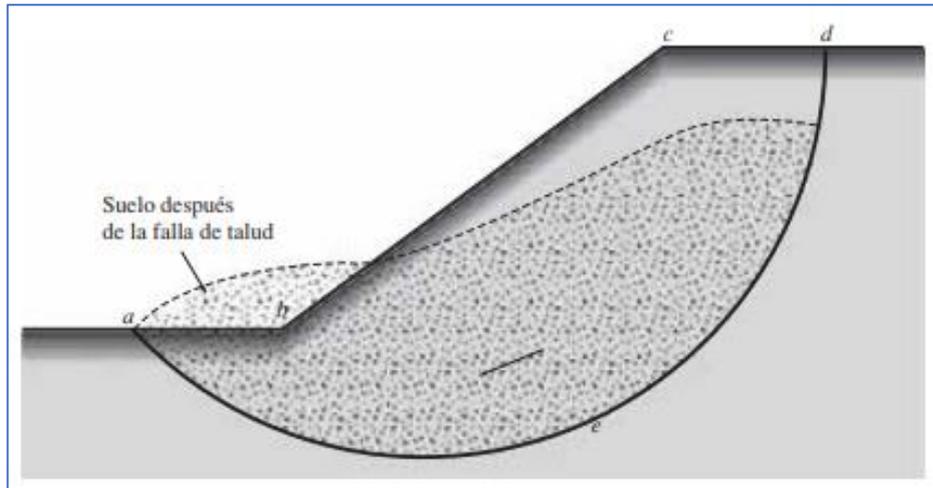
El estudio de taludes ha sido necesario para prever los posibles desplazamientos que pueden ocurrir en cualquier lapso, por ello, el estudio de estos tiene como objetivo principal ofrecer seguridad a la estructura (Ayala, 1987). Se considera inestable un talud cuando el  $FS \leq 1$ , para esta estimación, es necesario conocer los periodos de lluvia fuerte en la zona, posibles consecuencias en caso de que el talud falle y conocimiento de los materiales del que está compuesto y el comportamiento de estos en el futuro, a su vez, precisión del diseño empleado del talud (MTOP, 2011).

Un talud es una superficie de suelo expuesto que se sitúa en un ángulo con la horizontal. Las laderas que han permanecido estables durante tiempos considerables podrían llegar a fallar en vista de modificaciones topográficas, flujos de agua subterránea, sismos, o factores externos y naturales que modifiquen el estado natural de estabilidad (Suárez, 2009). Por lo que la estabilidad de un talud puede resumirse con la seguridad que tiene una masa de tierra en contra de un deslizamiento (Matteis, 2003).

Un derrumbe rotacional ocurre de manera lenta, el material empieza a rotar en la zona de falla que toma forma de círculo, este caso generalmente ocurre en terrenos donde existe meteorización y gran porosidad del suelo, haciendo que las fuerzas de filtración generen esfuerzos cortantes lo suficientemente grande hasta generar una falla total (Arroyo & Li, 2011).

**Figura 1.3** Falla de talud

**Fuente: (Braja, 2005)**

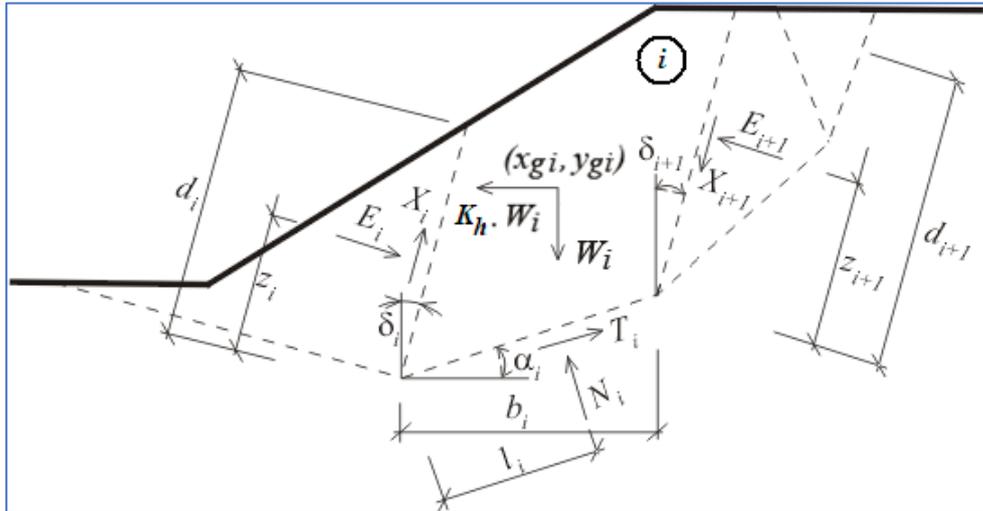


### **1.5.8.2 Método de Sarma (1973)**

Es un método usado para el análisis de estabilizaciones de taludes que consiste en calcular la aceleración sísmica necesaria para que la masa de terreno que está restringida por el perfil topográfico logre alcanzar un estado de equilibrio límite, que, a su vez, también logre estimar el factor de seguridad del talud. (GEO, 2015). La metodología de Sarma consiste en poder dar equilibrio a las condiciones de fuerzas y momentos de bloques individuales, creados previamente a partir del suelo regional del deslizamiento potencial.

**Figura 1.4** Esquema estático del método Sarma

**Fuente: (Sarma, 1973)**



**FIGURA 1.5.8.1 Esquema estático del método Sarma. (Sarma, 1973)**

Para lograr el equilibrio de fuerzas se tiene las siguientes ecuaciones:

$$N_i * \cos\alpha_i + T_i * \sin\alpha_i = W_i - \Delta X_i \quad (1.1)$$

$$T_i * \cos\alpha_i + N_i * \sin\alpha_i = KW_i - \Delta E_i \quad (1.2)$$

En donde:

$E_i$  = Fuerza desarrollada entre bloques.

$N_i$  = Fuerza normal actuando en la superficie del deslizamiento.

$T_i$  = Fuerza de corte actuando en superficie del deslizamiento.

$X_i$  = Fuerza de corte desarrollada entre bloques.

$Z_i$  = Ubicación de los puntos de las aplicaciones de las fuerzas.

$K$  = Factor horizontal de aceleración.

### 1.5.8.3 Cimentaciones superficiales

Se conoce como zapata a la ampliación en la base ya sea de una columna o de un muro, cuyo objetivo principal es transmitir las diferentes cargas al subsuelo con una presión acorde a las propiedades que presenta el suelo (N. & Antonov, 1981). Dependiendo de la cantidad de elementos estructurales las zapatas pueden clasificarse en:

- **Zapatas aisladas.** - Son aquellas que sirven de base para un elemento estructural puntual como columnas. Su uso usualmente reside cuando la capacidad de resistencia del suelo es media alta, haciendo que la carga proveniente desde el pilar pueda transmitirse de forma directa al suelo. (Das & Cárdenas León, 2012)
- **Zapatas corridas.** - Son aquellas que se usan como cimentación de muros portantes o una hilera de pilares. De manera estructural funciona como una viga flotante capaz de ya sean cargas lineales o un conjunto de cargas puntuales. Usualmente se usa en suelos con alta capacidad de deformación debido a la baja capacidad portantes que estos tienen. (Tellado & Freire, 2001)
- **Zapata combinada.** - Estas zapatas son cimentación de dos o más pilares debido a que el diseño estructural demandan pilares a muy cercana distancia (Villarreal, 2006).

### 1.5.8.4 Anclajes inyectados

Son estructuras en forma de tirantes que son compuestas por cables o cilindros de acero. Su funcionamiento consiste transmitir esfuerzos de tracción desde la zona superficial del terreno hasta una zona más profunda y rígida del mismo (Arguedas Salas, 2020). Su composición es un cabezal, una placa de apoyo, longitud libre y longitud de bulbo.

Los anclajes pueden ser activos: al ser sometidos a carga de tensado después de su ejecución, con una carga de magnitud igual a la máxima requerida para el proyecto (Casanovas, 1989). Mientras que los anclajes pasivos se los deja colocados con una carga inicial baja pero mayor al 10% de la máxima carga requerida para el proyecto.

#### **1.5.8.5 Suelos Coluviales**

Los depósitos coluviales hacen referencia a acumulaciones de material de diversos tamaños pero que contienen una litología bastante homogénea los mismos que son englobados en una zona que llamaremos matriz arenosa la cual se distribuye de manera irregular a través de las vertientes que posee el suelo montañoso (Lambe T. & Whitman, 1972), las mismas que se formaron por alteraciones y desintegraciones in situ de las rocas del sector pero mayormente las que se encuentran en la zona superior de la ladera las mismas que son adyacentes y la acción de la gravedad (Medina G., Valladares, Pimstein, & Esneira, 2011).

Estos se caracterizan por tener gravas y sub angulosas con una distribución que, por demás caótica, las mismas que se puede decir no tienen algún tipo de selección o estratificación aparente, las cuales poseen una regular o pobre consolidación, debemos decir que las mismas tienen en casos muy pequeños contienen algunos horizontes lenticulares limo arenoso (Magaly, Graciano, & Jorge, 1997).

Por lo regular presentan un encapado limo-arcilloso de 0.50 a 1 m de espesor, por lo mismo que debemos decir que es un tanto complicado su cartografiado por su poco espesor, distribución caótica y una espesa capa de vegetación la misma que cubre y la enmascara (Perez Moreira, Barral Silva, & Díaz-Fierros Viqueira, 1988).

Los depósitos se forman por formaciones en base de las laderas y aquellos transportados por gravedad, la misma que se da por transporte de agua no canalizada, movimientos de material suelto y erosión (Liliana del Valle & Gustavo, 2015).

#### **1.5.8.6 Muro de contención**

Son estructuras rígidas que tienen como función el poder soportar presiones laterales o empujes provenientes de la tierra, ya que si estos empujes no son controlados pueden provocar el deslizamiento de tierras afectando la seguridad de comunidades o grupo de personas (Medrano, 1989). Generalmente son construidos a base de hormigón armado, material eficiente ante los empujes de tierra causados por desmontes y terraplenes (Lucero Pardo, Pachacama Caiza, & Rodríguez Montero, 2012).

Este tipo de estructura son diseñados para satisfacer dos tipos de funciones, las de contener tierras y poder contener líquidos. Para la primera, es necesario que para su diseño se considere los factores de drenajes e impermeabilización, caso contrario, el mal manejo del paso del agua puede ocasionar la rápida falla de la estructura (Reimbert, 1975). Para los muros destinados a retener líquidos es importante que el hormigón del cual están hechos pueda lograr una buena impermeabilización, esto se logra por medio de un mantenimiento periódico, evitando a su vez huecos y daño entre las juntas (Das B. , 2001).

#### **1.5.8.7 Roca Basalto**

Se la clasifica como una roca ígnea extrusiva, su aparición en el planeta es muy común, mientras que su composición química se la considera básica debido a que entre el 45% y 52% corresponde al compuesto sílice ( $\text{SiO}_2$ ) (Aragón & Franco, 1997), sin embargo, el resto de sus componentes es difícil definir, debido a que depende del ambiente

geológico en el que se encuentra. La textura de esta roca se caracteriza por ser afanítica, por lo que, los cristales minerales son de tamaño menor 1 mm., indetectables al ojo humano (Gilberto Zapata & Gabriel, 2011). Dado que su origen es por enfriamiento de lava brusco, su coloración va desde el gris oscuro hasta el negro, a menudo, presenta porosidades que pueden ser de un color un poco más diferente (Castro Merchán, 2020).

#### **1.5.8.8          Proceso de meteorización**

El proceso de meteorización se evidencia en tanto un macizo rocoso es expuesto a diferentes agentes atmosféricos y estos han provocado fenómenos físicos de deformación, desintegración o descomposición de este (Taobada, Romero, & García, 1992).

La meteorización mecánica implica que la roca se fragmenta en pedazos que a lo largo del tiempo disminuyen en tamaño, resultando el volumen del macizo original, pero compuesto de pequeños componentes (Aristizabal, Valencia, Vélez, & Echeverr , 2011). En la naturaleza se evidencian cuatro procesos notorios de meteorización; fragmentación por helada, expansión térmica, actividad biológica y expansión por descomposición de organismos.

## CAPÍTULO 2

### 2. DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 2.1 Plan de trabajo

**Tabla 2.1 PLAN DE TRABAJO**

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

	Semana#1	Semana#2	Semana#3	Semana#4	Semana#5	Semana#6	Semana#7	Semana#8	Semana#9	Semana#10	Semana#11	Semana#12	Semana#13	Semana#14	Semana#15	Semana#16	Semana#17	Semana#18
1	Visita del terreno																	
2	Definición de objetivos																	
3	Antecedentes																	
4	Justificación del proyecto																	
5	Diseño del marco teórico																	
6	Análisis de datos entregados por parte de la empresa.																	
7	Topografía de la zona y excavación de calicatas como reconocimiento del suelo.																	
8	Diseño de alternativas																	
9	Presentación de la memoria técnica																	
10	Preparación de la exposición																	
11	Procesos para la estabilización de taludes.																	
12	Diseño de alternativa escogida																	
13	Elaboración de primer avance de impacto ambiental																	
14	Planos estructurales de cimentación finales																	
15	Segunda entrega de EIA																	
16	Entrega Final (correcciones) de impacto ambiental																	
17	Entrega final de planos																	
18	Memoria técnica 80%																	
19	Elaboración de APUS y presupuesto																	
20	Correcciones finales de memoria técnica																	
21	Entrega memoria técnica 99%																	
22	Entrega total del trabajo																	

#### 2.2 Metodología

##### 2.2.1 Observaciones del terreno

El terreno posee suelos coluviales, debido a que su origen es por relleno de construcciones anteriores. Tiene alta densidad vegetal, por lo que es común que existan

árboles y demás plantas de la zona. Posee altas elevaciones y laderas, esta construcción hacer que sobresalga la plataforma donde se propone la construcción.

A 35 metros de la plataforma se encuentra un muro que sostiene la antigua vía Baños-Puyo, se contempla un material rocoso, y llamativo debido a varios colores

**Figura 2.1** Vista perfil de la plataforma

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]



que se observan en su estructura. Debido a la ubicación en la zona y a sus características, se presume que es una roca basáltica fosilizada.

**Figura 2.2** Se visualizada la roca basáltica fosilizada

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]

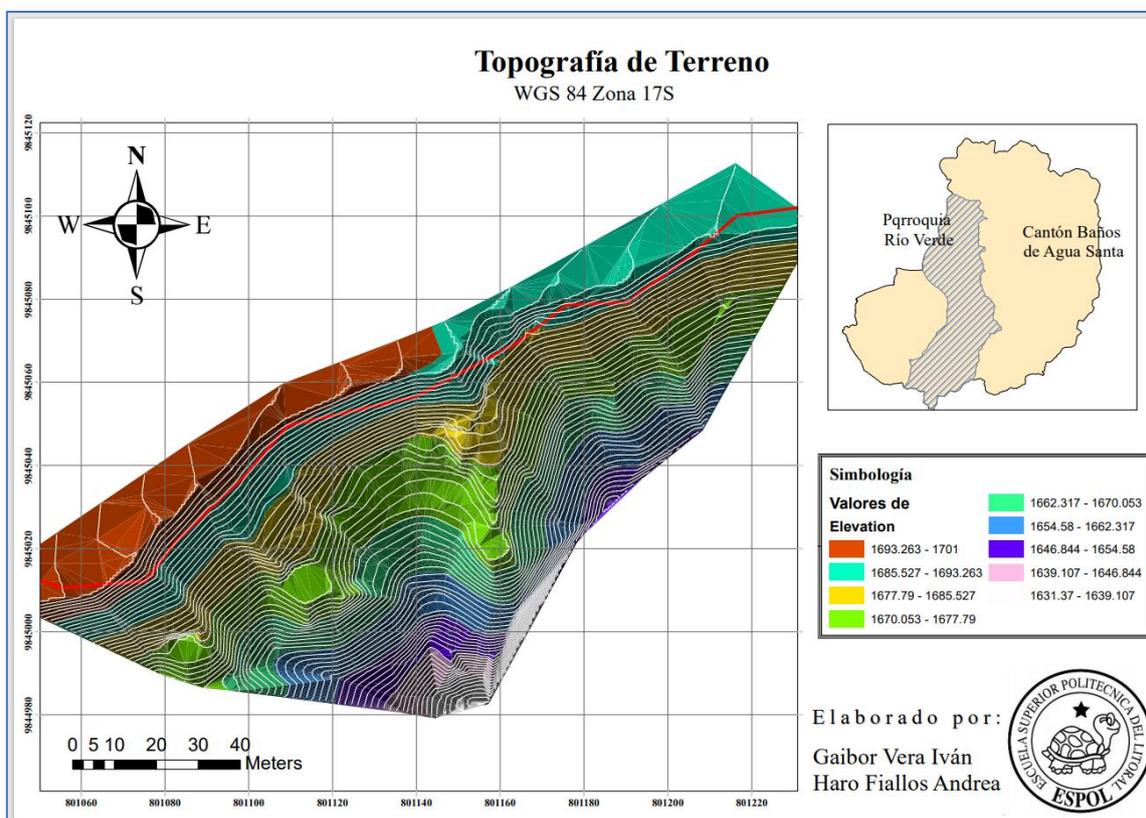


### **2.2.2 Topografía**

El terreno se ubica al costado de la antigua vía Baños- Puyo, y detona de una topografía altamente accidentada, por lo que para poder determinar su cimentación es necesario conocer las alturas que este posee a lo largo de su extensión. La topografía muestra que, su cota más alta es de 1700 m.s.n.m., y la mínima de 1650 m.s.n.m. El terreno está previsto de una planicie pequeña en la cota 1672 m.s.n.m. aproximadamente donde piensa descansar la mayoría de la edificación y por debajo de la cuña de apoyo se encuentran terrenos con pendiente de 40° de depresión.

## Plano 1 Topografía del lugar

Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]

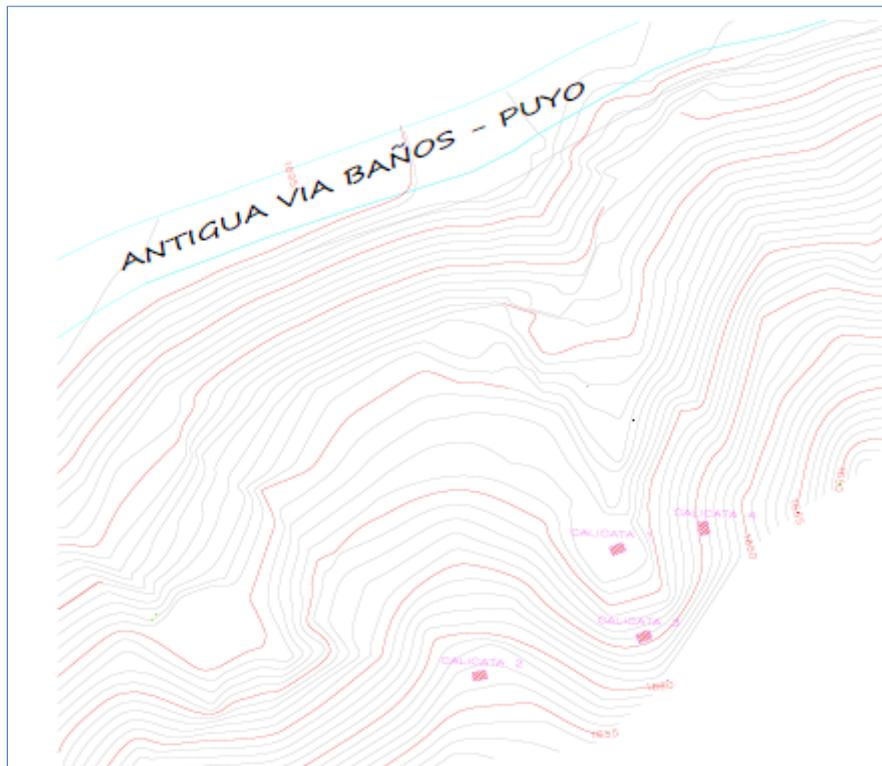


### 2.2.3 Excavación de calicatas

Para el diseño de cimentaciones en este tipo de terrenos coluviales, que son de poca resistencia, es necesario conocer a que profundidad se encuentra la roca, para ello, se realizó excavaciones en cuatro lugares de interés, donde se estima la implementación de las cimentaciones; estas excavaciones también conocidas como calicatas debido a la dificultad del terreno en estudio, fueron ejecutadas de manera manual donde con ayuda de herramientas y fuerza de una cuadrilla de trabajadores, se retiró gran una gran cantidad de volumen de terreno y cuerpos de roca de gran tamaño.

## Plano 2 Topografía con las calicatas realizadas

Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]



### 2.2.3.1 Calicata 1

Ubicada en la plataforma donde se asienta la mayor parte de la construcción, también es la calicata de mayor profundidad, las dimensiones fueron de 1.5 m x1.0 m. A continuación, se detalla las características encontradas a diferentes profundidades:

- A 1.20 m de profundidad se encontraron rocas de 0.6 x0.5 m aproximadamente.
- A 1.80 m de profundidad se encontraron rocas basálticas fosilizadas.
- A 2.10 m de profundidad se encontraron una roca de gran tamaño por lo que ya no fue posible avanzar.

**Figura 2.3** Calicata 1, ubicada en la superficie con una profundidad de 2.20 m.

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]



#### **2.2.3.2 Calicata 2**

Ubicada en la parte inferior derecha del terreno, esta calicata pertenece a la cimentación que soportara al puente que rodea al restaurante, las dimensiones fueron las mismas. A continuación, se detalla las características encontradas a diferentes profundidades:

- A 0.60 m. de profundidad se encontraron rocas de 0.5 m x 0.40 m aproximadamente.
- A 0.80 m. de profundidad se encontraron rocas de 0.8 m x 0.70 m. aproximadamente, el suelo permaneció suave, pero con coloración más oscura.
- A 1.80 m de profundidad se encontraron piedras de gran tamaño de 1.0 m x 0.8m, la cual no pudo ser retirada.

**Figura 2.4** Presencia de grandes piedras

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**



### **2.2.3.3 Calicata 3**

Ubicada en la parte inferior frontal de terreno, servirá como soporte para el puente, a continuación, se especifican las características a diferentes de las profundidades:

- En comparación a la anteriores, no presencia de piedras de gran tamaño, la mayor parte del terreno era suave y fácil de excavar.
- Esta calicata se encontraba al borde del talud.
- A la profundidad de 2.0 m, el material cambio de coloración y textura, se presume que es roca basáltica muy meteorizada.

**Figura 2.5** Calicata 3, 2.25 m. de profundidad

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]



**Figura 2.6** Material encontrado en la calicata 3

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]



#### **2.2.3.4 Calicata 3**

Ubicada en la parte posterior derecha de la plataforma, en un nivel más bajo, sostendrá a la estructura del restaurante, A continuación, se detalla las características encontradas a diferentes profundidades:

- A 0.40 m de profundidad se encontraron rocas de tamaños de 0.7 m. x 0.8 m.
- Se cavó hasta los 1.80 m. de profundidad, el suelo era suave, si se seguía excavando las paredes comenzaron a derrumbarse.

**Figura 2.7** Calicata 4, 1.80 m. de profundidad

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]



## **2.3 Formulación, descripción y selección de alternativa óptima**

### **2.3.1 Características técnicas**

El terreno se encuentra a un costado de la vía Baños- Puyo, por lo que en el mismo existe material de los cortes efectuados por el ingreso de maquinaria debido a los trabajos anteriores, además al ser un terreno de tipo ladera presenta una arista<sup>1</sup> en una parte de su perfil, en donde se enfocará el estudio. En este perfil existe una plataforma, en la cual se tiene planificado que la estructura descanse, que tiende a una forma circular con un radio aproximado de 10 m. La abundante vegetación de la zona es un factor de importancia al momento de determinar las estabilizaciones de los taludes, ya

---

<sup>1</sup> Conocida como cuchilla, debido a su forma que representa una punta.

que parte de esta debe ser retirada, sumado al diseño vial que existe a pocos metros, y el suelo puede perder cohesión causando deslizamientos.

### **2.3.2 Características económicas**

La vía que rodea la estructura es una de las principales vías interestatales que une la sierra con el oriente ecuatoriano, lo cual la hace una de las vías más transitadas en la zona, sumado a que la parroquia Rio Verde se caracteriza por sus negocios dedicados al turismo, hace que el poder garantizar un correcto servicio de la estructura, debido a los requerimientos del suelo de la zona, sea una oportunidad de seguir expandiendo la experiencia por la que turistas extranjeros y locales llegan a la parroquia. El restaurante, además de brindar servicios gastronómicos, también tiene previsto la construcción de un puente que rodea al restaurante, compuesto por material de vidrio y madera que rodea al edificio que caracteriza una aureola. Por lo tanto, la construcción del restaurante La Aureola del Ángel será una nueva oportunidad que permita generar riquezas y aumentar la economía aprovechando el espectáculo natural de la zona.

### **2.3.3 Características sociales**

La parroquia Rio Verde fue beneficiada gracias a la inversión pública; el diseño vial aplicado brindó accesos de mayor facilidad de entrada y salida a la zona, provocando que los habitantes de los terrenos cambien sus fuentes de ingresos económicos de manera paulatina. Debido a que un río cruza por la parroquia, por el que la misma toma nombre, los suelos que antes eran utilizados para la agricultura, se convirtieron en balnearios, estructuras de acceso seguro a las cascadas, zonas para practicar kayak, y otros deportes extremos, además lugares de recreación que permiten compartir tiempo de calidad, haciendo que su matriz productiva se base en el turismo. El Pailón del diablo fue pionero en este tipo de complejos que brinda esta experiencia aprovechando los saltos de aguas del lugar. En la actualidad, buscan seguir

expandiendo los servicios que ofrecen; el restaurante “La aureola del Ángel” permitirá sumar actividades para personas que buscan un momento de descanso, disfrutar de la gastronomía y la vista del lugar.

Asimismo, la creación de este tipo de establecimientos ayuda a la reactivación económica de la zona luego de la caída del turismo provocada por la pandemia del COVID-19, abriendo a su vez nuevas fuentes de empleos.

#### **2.3.4 Características ambientales**

Debido a los procesos constructivos previos en la zona, se ha tenido que cortar terraplenes, excavaciones y demás, causando la pérdida de cohesión entre suelos, y en consecuencia suelos erosionados. Al momento de instalar el edificio, se invadirá el terreno natural, por lo que la deforestación tendrá que ser necesaria en la zona de la plataforma; debido al perfil del suelo, será necesario realizar cortes de terraplenes y elaborar protocolos para el movimiento de tierras que eviten desplazamientos que afecten la capa vegetal, precautelando que el impacto a la zona sea el mínimo posible. Debido a la existencia cercana de cuerpos de agua, los desechos de materiales usados en la construcción deben ser debidamente retirados de la zona, evitando que estos lleguen y contaminen a los ríos cercanos, y a las especies que se benefician de ellos. El correcto manejo de materiales y desechos deber ser indispensable en la elaboración del proyecto, buscando la reducción del impacto ambiental, y que solo sea durante el tiempo en el que el proyecto se ejecuta, evitando daños permanentes en el ecosistema, y las formas de vidas vegetal y fauna de la localidad.

#### **2.3.5 Normativa de la estabilidad de taludes**

La construcción del establecimiento se tiene previsto que estará a más de 25 m del eje vial, por lo que esta zona está bajo la jurisdicción de la oficina de planificación urbana y territorial que emite los permisos necesarios para la ejecución de proyectos

constructivos. Para las estabilizaciones de taludes y diseño de cimentaciones se debe tomar en cuenta la NEC-2015 que indica los factores necesarios que garantizan la seguridad de la estructura. En el caso de los taludes, los estáticos deben ser mayor a 1.5, mientras que para pseudoestáticos será  $>1.03$ ; mientras que para el diseño de cimentaciones es necesario revisar los parámetros y características del caso para determinar un factor más específico, comúnmente este se define como la razón entre el esfuerzo cortante de falla y el esfuerzo actuante y es cercano a 1.05.

### **2.3.6 Parámetros cuantificadores**

- Transporte: facilidad para la movilización de maquinaria para materiales constructivos y sólidos térreos.
- Efectividad: respuesta esperada para los requerimientos existentes.
- Tiempo: duración de la ejecución de la obra.
- Impacto ambiental: posibilidad de recuperación el deterioro ambiental.
- Costo: cantidad monetaria de los rubros totales de la ejecución de la obra.
- Seguridad: referente al proceso de construcción.

### **2.3.7 Alternativas**

#### **2.3.7.1 Descripción de las alternativas**

##### **2.3.7.1.1 Alternativa A: Cimentaciones superficiales- plintos**

Consiste en cimentaciones de poca excavación del suelo, en donde se realicen plintos que soporten la estructura, los cuales están divididos en 18 para la estructura, y 7 para el puente que se encuentre en volado. Las columnas unidas a los plintos serán

circulares debido a la efectividad que este modelo brinda. Debido a la característica del terreno, los plintos que se ubicarán en la zona más baja serán los que soporten al puente en volado, esto también implica, que aquí es donde se verán las columnas de mayor longitud.

#### **2.3.7.1.2 Alternativa B: Cimentaciones profundas- pilotes hincados**

Esta propuesta toma fuerza debido a que el suelo sobre el cual se ejecutará la obra se lo define como “suelos coluviales”, un suelo de carácter bastante irregular y blando, la intención del uso de pilotes hincados es el poder llegar a más profundidad en el nivel estratigráfico del suelo o roca lo suficiente para poder realizar una cimentación firme. Posterior a esto, por encima de los pilotes se consolidará una zapata a la cual la columna se unirá.

#### **2.3.7.1.3 Alternativa C: Cimentaciones especiales- anclajes continuos inyectados**

Esta propuesta consiste en aplicar la técnica de anclaje la cual aprovecha la propiedad de tracción que posee para lograr estabilizaciones en el suelo, su método se basa en que una máquina introduce un cilindro sobre la superficie a estabilizar y luego inyecta hormigón lechado. Esta solución tiene como base que las pendientes que posee el terreno pueden causar desestabilización y erosión de taludes. Estos anclajes continuos permitirán a su vez que el suelo sobre el cual se pondrá las zapatas se mantenga firmes para evitar deslizamientos, y también aumentando su capacidad portante evitando el hundimiento.

### 2.3.8 Selección de la alternativa óptima

Para el análisis de la alternativa más conveniente, se realizó una matriz que permite contrastar la mejor alternativa ante la problemática, esta matriz posee parámetros previamente discutidos, estos poseen un peso en la evaluación según el rendimiento que la alternativa cumpla. De esta manera, la alternativa de mayor calificación será la escogida.

**Tabla 2.2** Elección de alternativa óptima

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

Parámetros cuantificadores	Peso (%)	SOLUCIONES			VALOR PONDERADO		
		A	B	C	A	B	C
Transporte	5	0.9	0.6	0.65	4.5	3	3.25
Efectividad	35	0.45	0.75	0.9	15.75	26.25	31.5
Tiempo	15	0.9	0.7	0.75	13.5	10.5	11.25
Impacto ambiental	15	0.85	0.6	0.75	12.75	9	11.25
Costo	10	0.9	0.5	0.65	9	5	6.5
Seguridad	20	0.6	0.75	0.78	12	15	15.6
	100				67.5	68.75	76.75

Es importante mencionar que la alternativa A es la de más fácil construcción, y también es la que menos proceso de transporte necesita, pero a nivel de efectividad, no cumplirá con los requerimientos del terreno, ni la carga que tendrá que soportar por la estructura,

por otro lado, la alternativa B, es la que mayor dificultad de transporte tiene, debido a la ubicación del terreno y que para moverlos se utiliza un transporte adecuado, esto también influye en el tiempo, el cual puede aumentar; también, esta alternativa es la que más afección ambiental tendrá, ya que será la que más invada la naturaleza. La alternativa C, destaca por su efectividad, debido a que, estabiliza el suelo y al mismo tiempo sirve como soporte para cimentaciones, haciendo que, a su vez, se sienta mayor seguridad en el proceso constructivo. Posee un nivel medio de transporte, debido a que se necesita un transporte especial para su movilización, pero que es mucho más fácil que transportar pilotes.

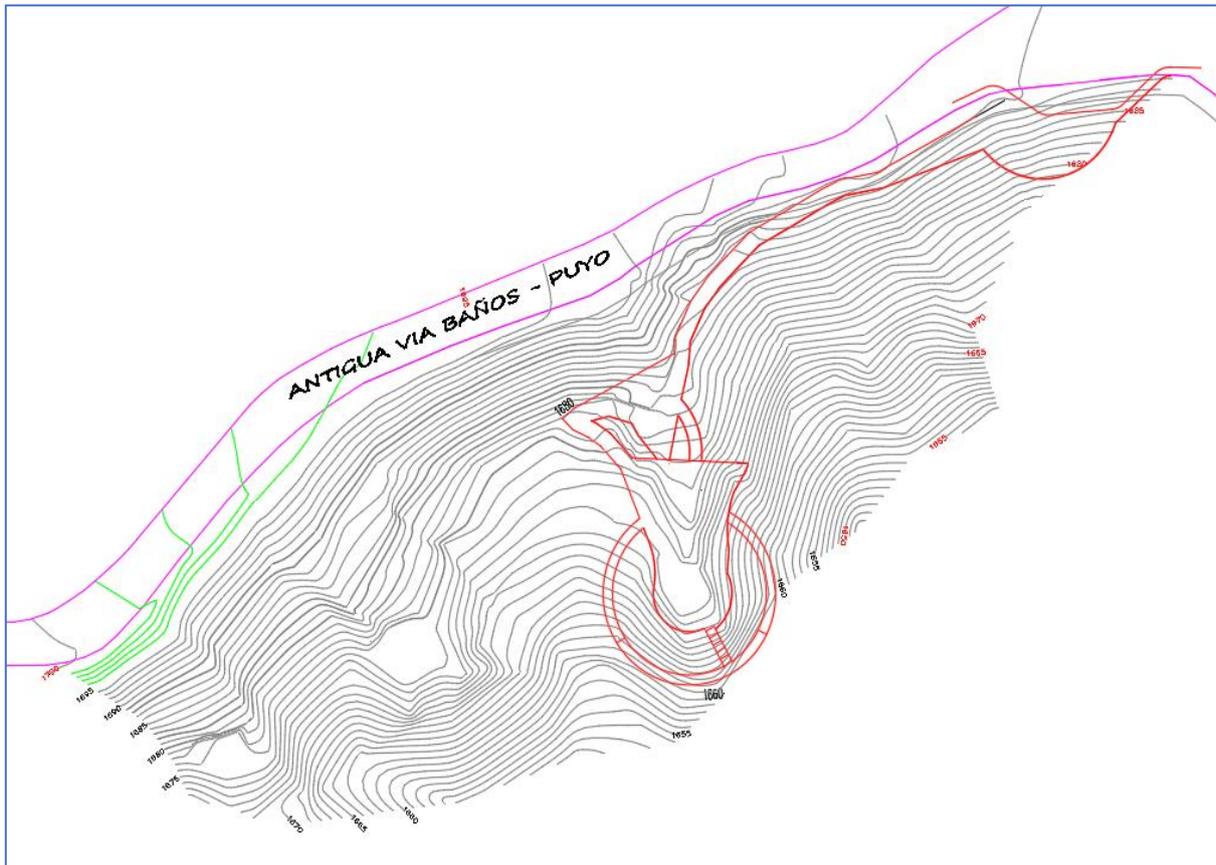
## **2.4 Consideraciones para el diseño**

### **2.4.1 Características topográficas del área**

El área donde se pretende construir es una creta suave que desciende desde la cota 1680 a la cota 1660 en dirección al encañonado del Rio Pastaza. A los dos costados se tienen dos hondonadas que también descienden en dirección del cauce mencionado.

**Figura 2.8** Implantación de edificación y caminerías del complejo turístico.

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]

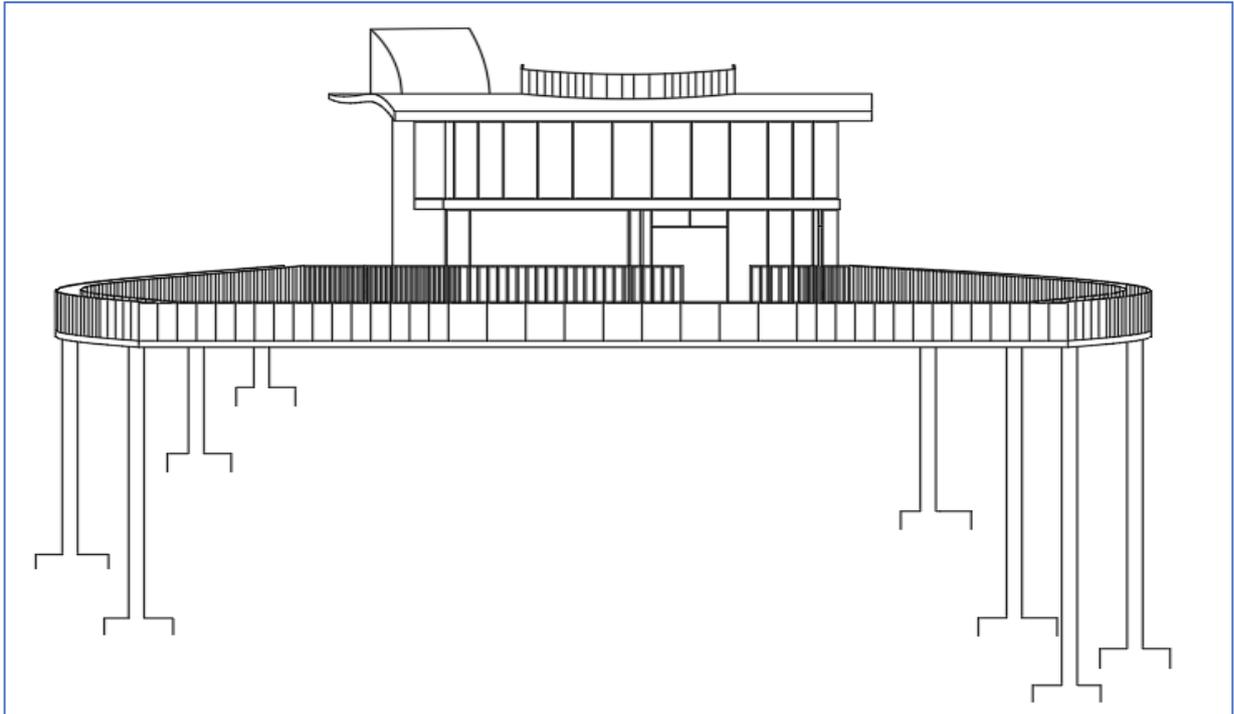


#### **2.4.2 Emplazamiento de la edificación**

Para visualizar mejor la disposición de la edificación y la forma como se debe apoyar, teniendo en cuenta las características topográficas del terreno, se presentan las figuras 13 y 14, la primera en una vista frontal en tanto que la segunda en una vista en perfil.

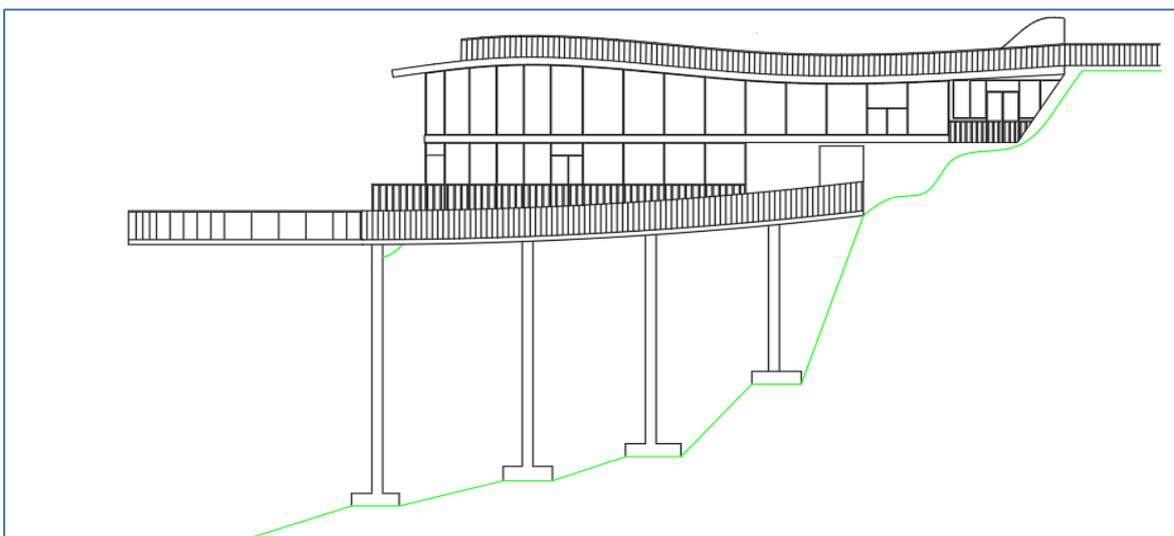
**Figura 2.9** Vista pictórica frontal de la edificación. Nótese que las columnas soportantes se han proyectado apoyarse en puntos o sitios a diferentes niveles

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**



**Figura 2.10** Vista de perfil de la edificación. Nótese que las columnas se apoyan a diferentes alturas y también la forma del terreno en pendiente.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**



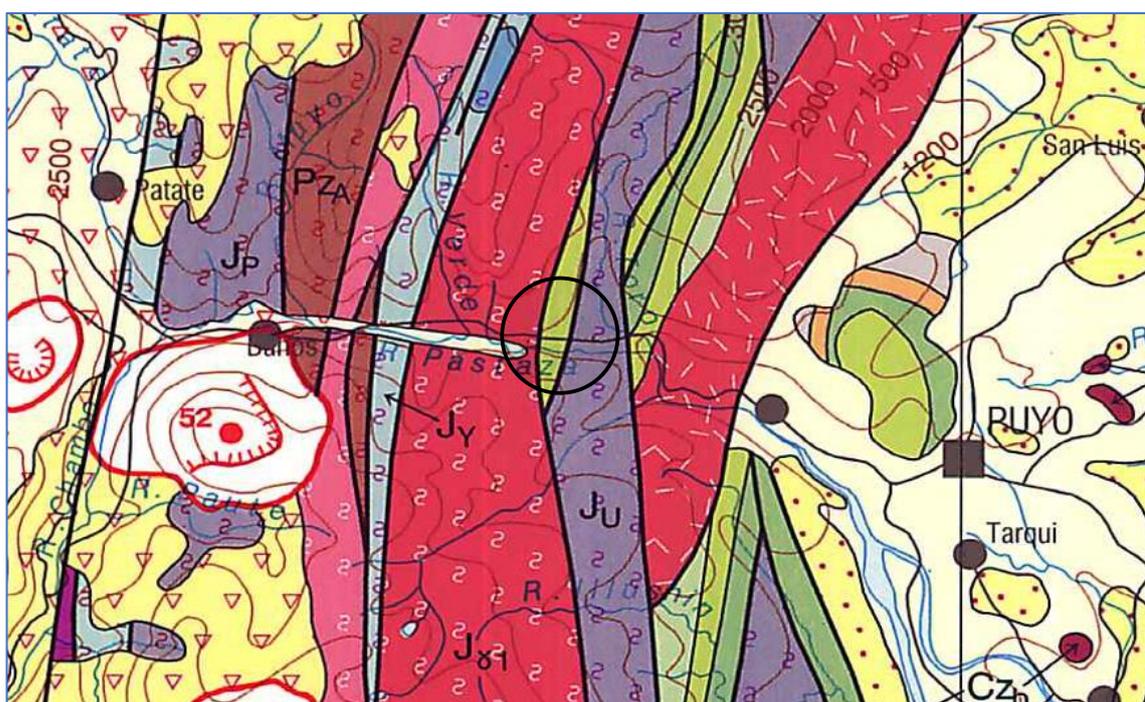
### **2.4.3 Estudios de caracterización del terreno factibles de realizar**

#### **2.4.3.1 Caracterización geológica**

En el sector se tiene la Unidad Geológica denominada Upano de Edad Jurásica. Esta formación está constituida por metalavas y en algunos sitios hay esquistos. A corta distancia, en Rio Verde se encuentra un gran intrusivo ígneo de roca granodiorita, pero hay que recalcar que estas rocas no existen en el sector de El Pailón. Ver Plano geológico.

**Plano 3** Plano geológico a gran escala que incluye el sector de Río Verde y El Pailón y la Unidad Geológica Upano, pequeño ovalo de color verde amarillento y la letra “Z” de la palabra Pastaza.

**Fuente:** [ITG, 2021]



#### **2.4.3.2 Estudios geofísicos**

Debido a las características topográficas del terreno y a las muy cortas distancias disponibles para desplegar líneas de prospección, no es viable realizar investigaciones geofísicas. También constituye otra dificultad la presencia de una densa vegetación integrada principalmente por árboles.

#### **2.4.3.3 Estudios geotécnicos previos**

El cliente contrató previamente la realización de estudios geotécnicos denominados comúnmente como estudios de suelos. Lamentablemente dichos estudios no permiten

valorar las características geotécnicas del terreno ya que se han efectuado perforaciones a percusión en capas aparentemente de relleno con fragmentos de rocas que impidieron profundizar tomando muestras. Este estudio de suelos no presenta la ubicación de los trabajos de prospección, por lo que es imposible conocer en qué sitios se hicieron las perforaciones. La información presentada solo indica que la profundidad de los estudios es de 1.5 m.

#### **2.4.3.4      Prospección geotécnica realizada para el proyecto**

Al conocerse la ubicación y la implantación aproximada de la edificación, se procedió a excavar calicatas para constatar el tipo de terreno existente, en los sitios más cercanos (además accesibles ya que hay muchos árboles) a las columnas de apoyo de la edificación. En la figura 16 se presenta el plano de ubicación de los trabajos de prospección geotécnica y los perfiles topográficos que definen la forma de las pendientes del terreno.

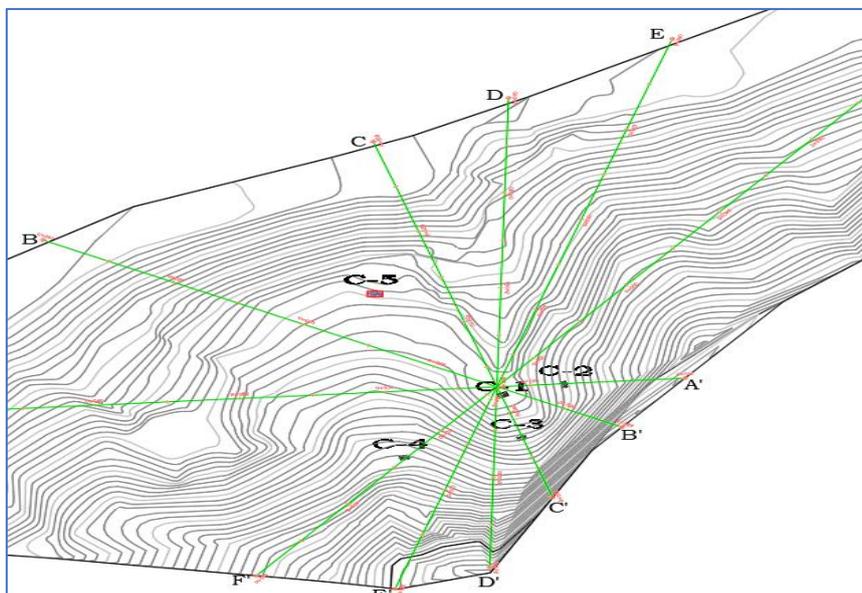
**Figura 2.11** Densa vegetación en la ladera donde se construirá el proyecto lo cual impidió elegir apropiadamente los sitios de excavación de las calicatas.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**



**Figura 2.12** Localización de las calicatas en la prospección geotécnica y los perfiles topográficos.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**



**Figura 2.13** Detalle de la parte más plana del terreno en una cresta topográfica, incluida casi en el centro de la foto 1, en donde se excavó una calicata.

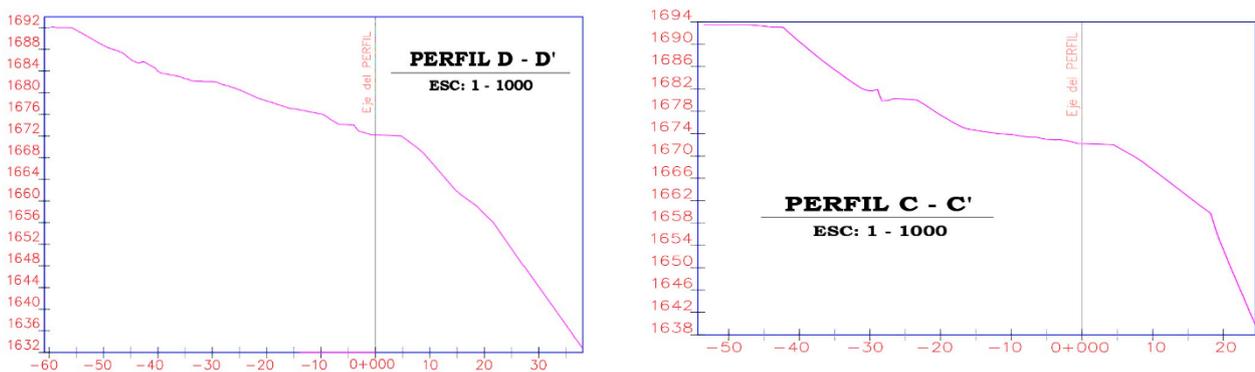
**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]



A continuación, se presentan los perfiles topográficos que tienen relación con la estructura que se pretende construir. Ver figura 18, 19 y 20.

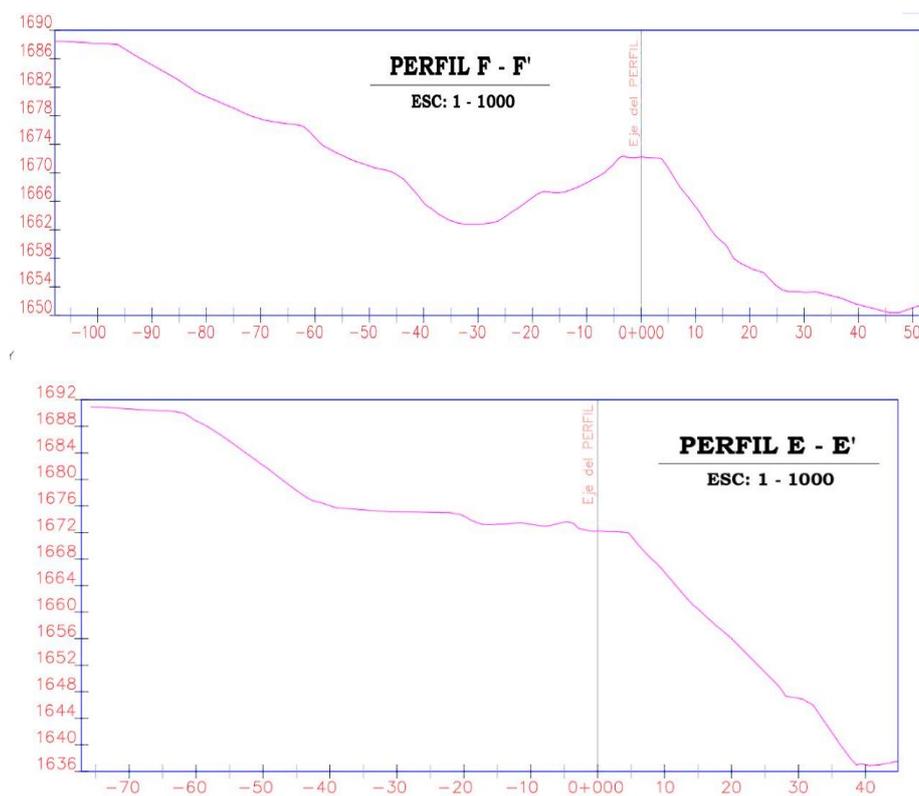
**Figura 2.14** Los perfiles topográficos más representativos

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]



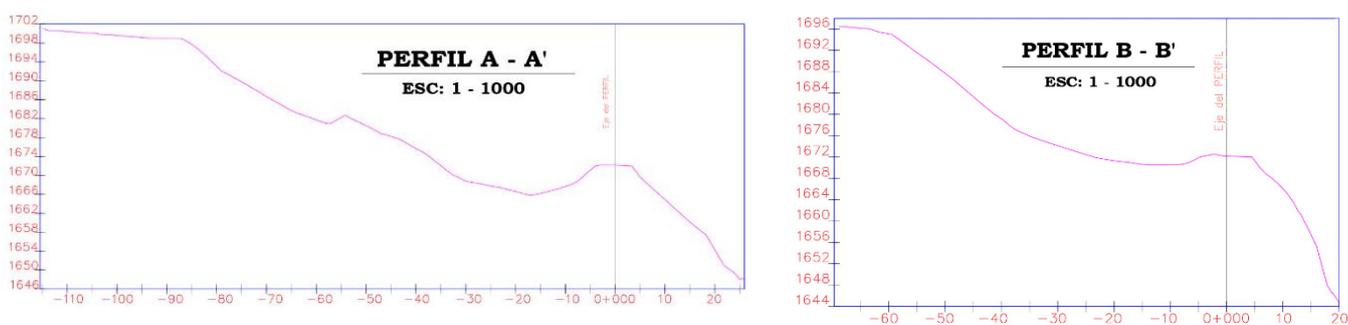
**Figura 2.15** El perfil E-E' representa el corte longitudinal más representativo del lugar de implantación de construcción.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**



**Figura 2.16** Perfiles ligeramente diagonales al terreno de interés.

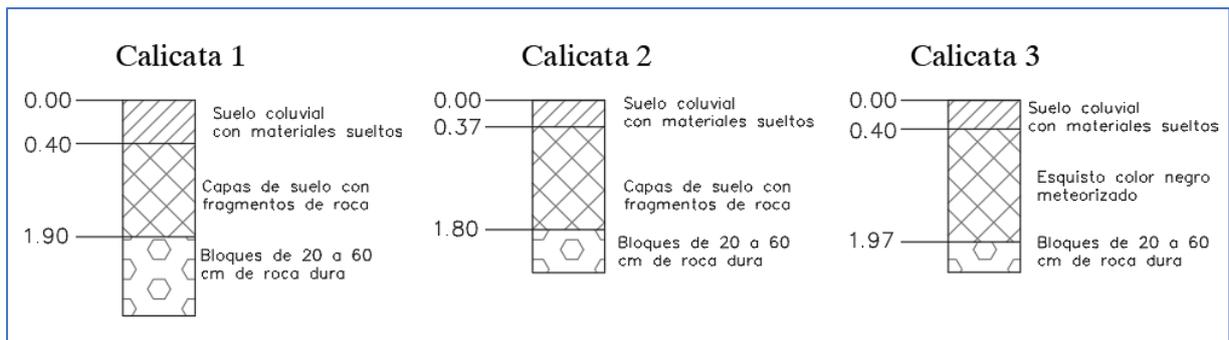
**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**



También se presentan los registros estratigráficos obtenidos al efectuar las calicatas, lo que se muestra a continuación:

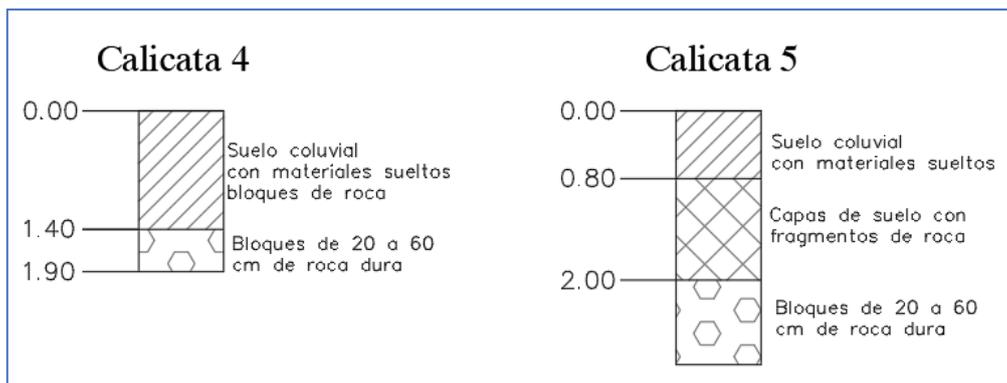
**Figura 2.17** Estratos de las calicatas 1, 2 y 3

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**



**Figura 2.18** Estratos de las calicatas 4 y 5

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**



Al efectuar las calicatas, mediante mano de obra, se constató la existencia de una capa inicial de alrededor de 0.40 m de espesor, de suelos con guijarros, en un conjunto relativamente suelto. Bajo esta capa, en las partes más altas se tiene una capa que hasta casi 2m de profundidad de una mezcla de suelo con fragmentos y bloques de roca

ligeramente compacto, a continuación, se presentan grandes bloques de roca algunos de los cuales son imposibles de sacarlos manualmente por lo que se suspendió la prospección. Evidentemente para tener la certeza de qué materiales se tienen a mayores profundidades, se requiere necesariamente realizar costosas perforaciones a rotación que permitan la extracción de núcleos de muestras, sin embargo, el costo de estas actividades no fue admitidas por el cliente.

Para poder determinar a qué profundidades se podría tener roca confiable se realizaron observaciones en afloramientos rocosos existentes en los taludes de la vía al Puyo, que se tienen en los costados del sitio de interés, aproximadamente a la misma cota. Así se dedujo que roca fracturada se podría encontrar entre 4 y 6 m de profundidad.

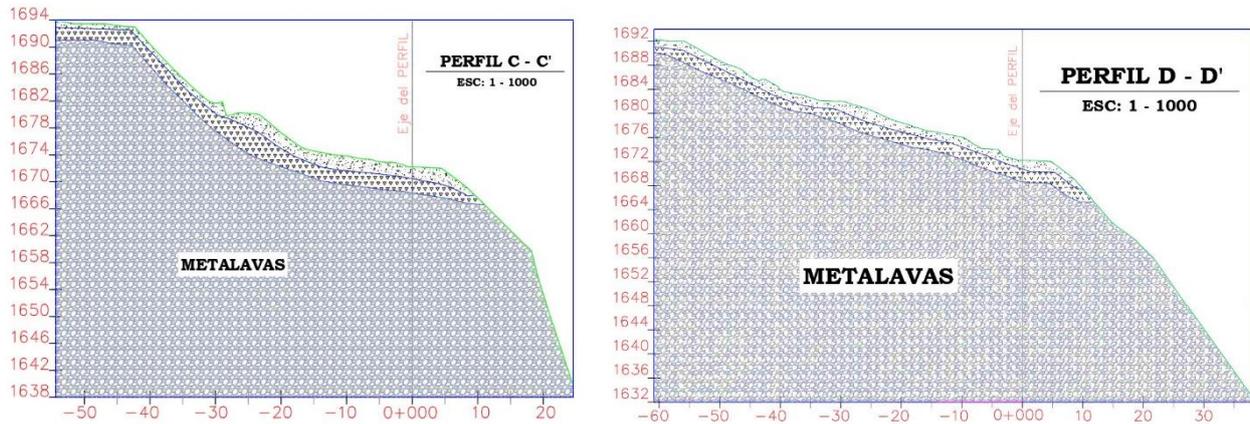
#### **2.4.4 Perfiles geotécnicos**

En términos generales se han identificado tres tipos de geo materiales, superficialmente se tiene una capa de suelos coluviales con guijarros y restos vegetales, conjunto poco compacto. Debajo de tiene un segundo frente suelos que incluyen guijarros y bloques de roca, que dan un conjunto algo compacto, sólo en la calicata 3 (en la cota 2665) se encontraron como segunda capa esquistos negros que se tiene eventualmente en la unidad geológica Upano y que son relativamente blandos.

Si bien en las calicatas no se encontraron las rocas metalavas, porque no fue posible llegar hasta este material con herramientas manuales. Sin embargo, como ya se indicó antes, en los macizos rocosos contiguos, con frentes rocosos visibles, se constata la presencia de dichas rocas entre 3m y 4 m, respecto a la superficie del terreno natural con vegetación. (Ver figura 23).

**Figura 2.19** Interpretación geotécnica en los perfiles C-C' y D-D'.

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]

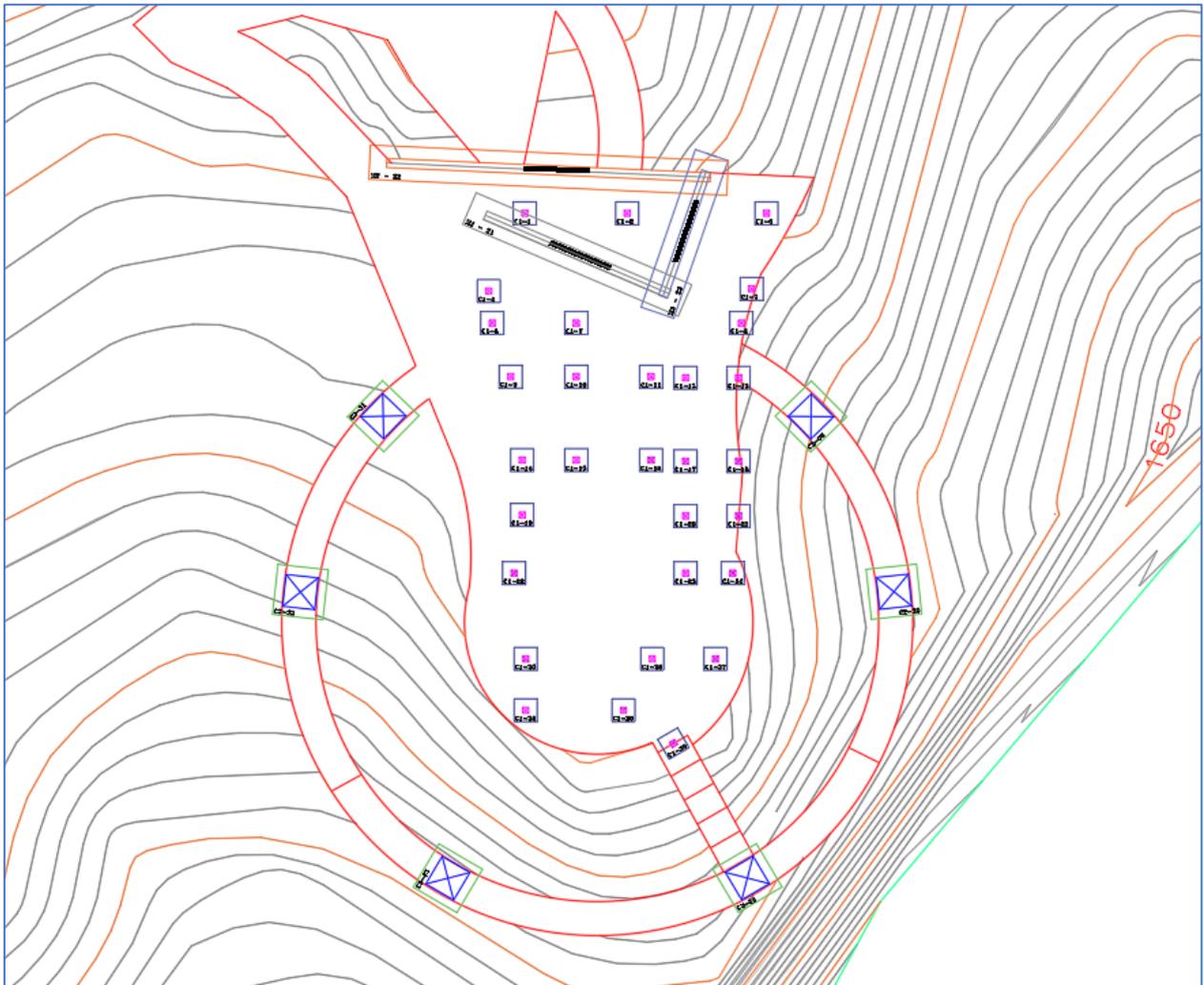


#### 2.4.4.1 La cimentación con relación a la *edificación*

Los diseños arquitectónicos entregados por el cliente y el análisis estructural que efectúan dos compañeros de la Materia Integradora señalan en forma de plintos una ubicación particular de los puntos de apoyo de las columnas en el piso y también soportes laterales para mejorar el comportamiento de la estructura frente a todo tipo de carga. Ver figura 24.

**Figura 2.20** Localización de los puntos de apoyo de la edificación.

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]



En la figura 24 se observa que los plintos dibujados son cuadrados; además se conoce que las dimensiones de dichos plintos son 1.5m los que reciben las columnas y 1.20m aquellos que sirven de soporte estructural de las columnas. Se observa que cinco plintos de 1.5m deben ser construidos en la ladera, por lo que tiene que excavarse al menos 2.5m para disponerse de una superficie plana que sea la base de los plintos. Es evidente que si se realizan tales excavaciones se puede generar una condición de inestabilidad en la ladera.

Parte de la edificación es un puente semi circular compuesto por vidrio que rodea el restaurante, en la figura 10, también se observa la disposición de los cimientos de este puente, sin embargo, la excavación para estas estructuras generará inestabilidad en la ladera.

## 2.4.5 Criterios para el diseño de cimentaciones superficiales

### 2.4.5.1 Cálculo de la carga última del suelo

De acuerdo con la teoría de capacidad de carga de Terzaghi (1943), dice que una cimentación se considera superficial si el desplante ( $D_f$ ) es menor o igual que su ancho. Para el cálculo de la capacidad última de suelo estableció la siguiente ecuación.

$$q_{ult.} = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma \quad (2.1)$$

En donde:

$c'$  = Cohesión del suelo

$\gamma$  = peso específico del suelo

$q = \gamma * D_f$

$N_c, N_q, N_\gamma$  = factores de capacidad de carga que son adimensionales

Esta carga última no puede ser la máxima que reciba el suelo debido a que es muy propenso a que falle la estructura, por ello, se estima la carga permisible, que es la razón entre la carga última y un factor de seguridad:

$$q_{perm.} = \frac{q_{ult.}}{FS} \quad (2.2)$$

A su vez, existe la carga neta la cual es la diferencia entre el peso específico del concreto utilizado en la cimentación y el peso específico del suelo circundante (Braja, 2005).

$$q_{neta} = q_{ult.} - q \quad (2.3)$$

Para el dimensionamiento de la base del plinto, de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (2015), en su manual de guía de diseños para estructuras de hormigón armado, indica el primer paso es encontrar el área mínima con el que la estructura soportará la carga, este cálculo esta dado por:

$$Area_{Losa} = \frac{Pu}{q_{perm.}} \quad (2.4)$$

Donde:

*Pu = carga de servicio vertical dada por la estructura.*

Con esta área obtenida, se pueden estimar los lados mínimos que cumplan esta área de la cimentación, mediante el uso de la ecuación:

$$Lado_{Losa} = \sqrt{Area_{Losa}} \quad (2.5)$$

Habiendo dimensionado la losa del plinto, es necesario saber si esta cumple con el siguiente criterio:

$$q_{act} < q_{neto} \quad (2.6)$$

Considerando que:

$$q_{act} = \frac{R}{Area} \quad (2.7)$$

Donde:

$$R = Pu + \gamma Df \quad (2.8)$$

Para el diseño de la altura de la losa de cimentación y valor “d”, estos valores pueden ser asumidos a criterio del diseñador, pero deben cumplir con el mínimo estimado. A continuación, se expone el cálculo de la altura mínima y del peralte mínimo.

$$d_{min.} = \frac{L}{0.85 * 0.17 * \sqrt{f'c} * \frac{L.Losa}{q_{lado}} + 1} \quad (2.9)$$

En donde, L representa la zona libre de la losa, la cual es obtenida por geometría mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$L = \frac{L.Losa - L.Columna}{2} \quad (2.10)$$

A su vez, para obtener la carga activa en el borde de la zapata se usa la siguiente ecuación:

$$q_{lado} = \frac{R}{L.Losa} \quad (2.11)$$

Finalmente, para obtener la altura mínima de la losa de cimentación, se la obtiene mediante:

$$h_{min.} = d_{min.} + rec. + D.varilla \quad (2.12)$$

### **2.4.5.2 Verificaciones de diseño**

Debido a la geometría del plinto, la estructura esta propensa a tener varias fallas de las que se debe garantizar que no ocurran.

#### **2.4.5.2.1 Verificación por cortante**

Esta verificación evalúa la fuerza cortante, esta falla ocurre entre la unión de la columna y la losa de cimentación. Esta falla puede ser controlada si se cumple con el siguiente requerimiento:

$$V_{ud} < \phi V_c \quad (2.13)$$

Para el primer término de la inecuación, se tiene:

$$V_{ud} = q_{lado} * (L - d) \quad (2.14)$$

Mientras que, para el segundo término, se estima el valor mediante:

$$\phi V_c = 0.85 * 0.17 * \sqrt{f'c} * L_{losa} * d \quad (2.15)$$

#### **2.4.5.2.2 Verificación por aplastamiento**

Para esta verificación es necesario conocer si se necesita refuerzo vertical. Para que la estructura no necesite refuerzo vertical se necesita que se cumpla la siguiente condición:

$$B_n > P_u \quad (2.16)$$

En donde,  $B_n$  se calcula usando la siguiente ecuación:

$$Bn = 0.9 * 0.85 * f'c * L. columna^2 \quad (2.17)$$

Luego, se debe calcular los aplastamientos para el dado y losa de cimentación respectivamente:

$$Aplastamiento columna = 0.85 * f'c * \phi \quad (2.18)$$

$$Aplastamiento zapata = 0.85 * f'c * \phi * Rv \quad (2.19)$$

Considerando que:

$\phi$  = factor de corrección, depende del tipo de columna.

$$Rv = \sqrt{\frac{Area Losa}{Area columna}} \quad (2.20)$$

Se considera que el diseño de la zapata cumple por aplastamiento si el aplastamiento de la zapata es mayor que el aplastamiento del dado de cimentación.

#### **2.4.5.2.3 Verificación por punzonamiento**

Esta falla se produce en forma de huella alrededor del dado de cimentación, para su análisis es necesario conocer el área de esta huella transversal, la cual es obtenido mediante:

$$b_0 = 2 * \left( Lado losa + Lado columna + \frac{d}{2} \right) + (d + Lado columna) \quad (2.21)$$

$$A_0 = b_0 * d \quad (2.22)$$

Para que la falle por punzonamiento sea controlada se debe cumplir la siguiente condición:

$$Vu < \phi V_c \quad (2.23)$$

Para el primer término, se estima su cálculo mediante:

$$V_{up} = R - q_{lado} * Lado\ lado * \left( \frac{L.columnna+H}{m} \right) = 75.529\ kN \quad (2.24)$$

Mientras que, para el segundo término:

$$\phi V_c = 0.85 * 0.33 * \sqrt{f'c} * A_0 \quad (2.25)$$

### 2.4.5.3 **Diseño del armado en dos direcciones**

Comúnmente conocido como parrilla de cimentación, este armado se ubica a la distancia “d” midiendo de la parte superior. Para su diseño se calcula el área de acero requerida y mínima que esta debe tener.

Para área de acero requerida:

$$As = 0.85 * f'c * L.Losa * \frac{d}{fy} * \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 * Mmax}{0.85 * 0.9 * f'c * L.Losa * d^2} \right)} \right) \quad (2.26)$$

Para área de acero mínima:

$$As\ mín. = 0.0018 * L.Losa * H \quad (2.27)$$

A su vez, con estas cantidades se puede estimar el número de varillas:

$$Numero\ de\ varillas\ mínimo = \frac{As}{\frac{\pi}{4} * Dvarilla^2} \quad (2.28)$$

Es importante que la cantidad de acero del número de varillas cumpla con la siguiente condición:

$$As.\ mín. < As. \quad (2.29)$$

La separación de varilla para la parrilla se la estima con los datos calculados anteriormente.

$$S = \frac{L.Losa-rec.-Dvarilla}{Numero\ de\ varillas} \quad (2.30)$$

#### 2.4.6 Criterios para el diseño de muro de contención

Para el diseño de muros de contención el dimensionamiento de la estructura se hace en base a los requerimientos geométricos que debe cumplir, a partir de esto, se realizan las respectivas verificaciones que indican si la estructura cumple las verificaciones de diseño estipuladas en la NEC-15.

El inicio de este análisis comprende en la capacidad de reacción del suelo ante la estructura, para ello, es necesario estimar los coeficientes de reacción activo y pasivo del suelo.

##### 2.4.6.1 *Coficiente de reacción activo del suelo*

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2 \beta \cos(\beta + \delta) \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - i)}{\cos(\beta + \delta) \cos(\beta - i)}} \right)^2} \quad (2.31)$$

Donde:

$\phi/2 = 3.75^\circ$  (Ángulo de fricción entre suelo y muro)

$\beta = 0^\circ$  (Ángulo de inclinación del respaldo interno)

$i = 20^\circ$  (Ángulo de inclinación del relleno)

#### **2.4.6.2 Coeficiente de reacción pasivo del suelo**

$$Kp = \cos(i) \frac{\cos(i) + \sqrt{\cos^2(i) - \cos^2(\phi)}}{\cos(i) - \sqrt{\cos^2(i) - \cos^2(\phi)}} \quad (2.32)$$

#### **2.4.6.3 Factores de seguridad**

Al ser una obra de hormigón armado, es necesario que esta posea un factor de seguridad que asegure el correcto comportamiento de la estructura. Para muros de contención se tiene el factor de seguridad, factor de seguridad por desplazamiento y factor por capacidad de carga. Su análisis será detallado a continuación.

#### **Cálculo de presión activa**

$$Pa = \frac{1}{2} * Ka * Pu * H^2 \quad (2.33)$$

#### **Cálculo de presión en componente horizontal**

$$Ph = Pa * \cos(i) \quad (2.34)$$

#### **Cálculo en componente vertical**

$$Pv = Pa * \sin(i) \quad (2.35)$$

#### **2.4.6.3.1 Factor de seguridad al volcamiento**

$$FS_{Volcamiento} = \frac{\sum M_R}{\sum M_O} \quad (2.36)$$

Donde:

$\Sigma M_o$  = Sumatoria de momentos que tenderían a volcar el muro, respecto a la puntera.

$\Sigma M_R$  = Sumatoria de momentos que resisten el volcamiento del muro, respecto a la puntera.

El momento de volcamiento es determinado usando la siguiente ecuación:

$$\Sigma M_o = P_h * \cos(t) \left( \frac{H+H'}{3} \right) \quad (2.37)$$

Donde:

$$P_h = PA * \cos(t)$$

H = Altura del muro desde su parte más baja.

H' = Altura de carga de contención.

#### **2.4.6.3.2 Revisión de seguridad por deslizamiento**

$$Pp = \frac{1}{2} K_p * \gamma_2 * D^2 + 2C'2 \sqrt{K_p * D} \quad (2.38)$$

Donde:

$\gamma_2$  = Peso específico del suelo en frente del talón y debajo de la estructura de base.

$K_p$  = Coeficiente de presión pasiva por Rankine.

$C'2$  = Cohesión del suelo.

$\emptyset'_2$  = Ángulo de fricción efectivo del suelo.

#### 2.4.6.4 *Diseño de la estructura interna del muro*

Se calcula el momento último para cada uno de los puntos de la cara interna del muro. Para ello es necesario estimar la fuerza a cada altura de los diferentes puntos denominados como z.

$$Pz = KA * \gamma * (z + H')$$
 (2.39)

Donde:

Z = es la altura del punto en la cara interna del muro.

El momento último se lo calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$Mu = F * \left( \frac{z^2}{6} * (2 * po + pz) \right)$$
 (2.40)

Donde:

F = factor de mayoración de seguridad sísmica.

Z = altura de cada punto en la cara interna del muro.

Po = fuerza inicial en la punta del muro.

Pz= fuerza ubicada en el punto z evaluado.

Estos momentos pertenecientes a las alturas diferentes altura z, permite conocer el peralte efectivo que debe tener la cara del muro, su procedimiento es el siguiente:

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0.189 * \phi * f'c * bw}}$$
 (2.41)

#### 2.4.6.5 **Diseño a flexión de la pantalla interna**

Con los diferentes  $z$  obtenidos a lo largo de la cara interna del muro, es posible calcular la cantidad de acero que estos necesitan. Para ello, se utiliza la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{f'c}{F_y} * \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 * K}}{1.18} \right) * b_w * d \quad (2.42)$$

##### 2.4.6.5.1 **Verificación de cortante**

Esta verificación brinda seguridad a que la falla a cortante sea controlada, para esto es necesario conocer la fuerza cortante a la que el muro está sometida, la ecuación para la estimación es la siguiente:

$$V_u = F * (P_o + P_5) * H/2 \quad (2.43)$$

Esta fuerza cortante, permite calcular los dos valores comparativos que indican si la falla a cortante es controlada, esta condición es:

$$V_c < V_{adm}.$$

Para el primer término, se lo estima mediante la siguiente ecuación:

$$V_c = \frac{V_u}{0.85 * b_w * d} \quad (2.44)$$

Mientras que para el segundo:

$$V_{adm} = 0.53 * \sqrt{f'c} \quad (2.45)$$

##### 2.4.6.5.2 **Diseño a cortante del dedo y talón del muro**

El procedimiento para verificar la verificación de la falla a cortante de esta parte del muro es:

$$Vu = F * (q4 * x - \frac{m*x^2}{2}) \quad (2.46)$$

Para poder hallar:

$$Vc = \frac{Vu}{0.85*bw*d} \quad (2.47)$$

$$Vadm. = 0.53 * \sqrt{f'c} \quad (2.48)$$

Cumpliendo con la condición:

$$Vc < Vadm$$

### **2.4.6.5.3 Diseño a flexión del dedo y talón del muro**

Para este paso es necesario conocer el momento último máximo al cual está sometida la estructura.

$$Mu = F * (\frac{qmax*x^2}{2} - \frac{m*x^3}{6}) \quad (2.49)$$

Se estima el factor k:

$$K = \frac{Mu}{0.9*bw*d^2*f'c} \quad (2.48)$$

Se determinan las cuantía necesaria, máxima y mínima:

$$\rho_{min} = 0.0033 * Ag \quad (2.50)$$

$$\rho_{max} = 0.0107 * Ag \quad (2.51)$$

$$\rho = \frac{f'c}{fy} * \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 * K}}{1.18} \right) * b * d \quad (2.52)$$

En donde Ag es el área transversal de la columna.

## CAPÍTULO 3

### 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

#### 3.1 Diseño de cimentación

Se diseño dos modelos de cimentaciones, la primera correspondiente al edificio del restaurante y la segunda correspondiente a la cimentación que soporta al puente, esto se da debido a que las dimensiones de la columna a soportar son diferentes. La combinación de cargas que soportará la estructura fue otorgada por el grupo del diseño estructural del proyecto.

##### 3.1.1 Cálculo del plinto para el edificio del restaurante:

Datos:

Carga otorgada del edificio a la zapata:  $P_u = 27.49 \text{ tonf}$

Asentamiento máximo permisible:  $\delta_{max} = 50 \text{ mm}$

Factor de seguridad:  $FS = 2$

Considerando que el suelo sobre el cual se cimentará se clasifica como una roca metalava, su característica es:

Carga del suelo:  $S_u = 40 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$

Peso específico del suelo:  $\gamma_{metalava} = 2 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3}$

Especificaciones de los materiales:

Peso específico del hormigón  $\gamma_c = 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Resistencia a compresión del hormigón  $f'c = 280 \text{ MPa}$

Límite de fluencia  $fy = 420 \text{ MPa}$

Desplante  $Df = 1.5 \text{ m}$

Dimensionamiento del plinto:

Cálculo de la carga última del plinto:

$$q_{ult} = 5.7 * S_u + N'q * Df * \gamma_{metalava} \quad (2.1)$$

$$q_{ult} = 2.055 \text{ MPa}$$

Mediante el factor de seguridad, se calcula la carga admisible

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS} = 1.028 \text{ MPa} \quad (2.2)$$

Se calcula la carga neta que la estructura soporta

$$q_{neto} = q_{adm} - Df * \gamma_{metalava} \quad (2.3)$$

$$q_{neto} = 1.001 \text{ MPa}$$

### 3.1.2 Dimensionamiento de la loseta de zapata aislada:

Se asume una altura para la losa

$$H = 30 \text{ cm}$$

De igual manera para el área asumida de cimentación de la losa

$$\text{Area} = 1 \text{ m}^2$$

Con esto se estima el peso de la estructura

$$Peso\ losa = H * Are * \gamma_c = 7.2\ kN$$

Se calcula la reacción entre la carga y el peso

$$R = Pu + Peso\ losa = 251.763\ kN$$

Se calcula el área mínima que debe tener la zapata

$$Area\ min. = \frac{Pu}{q_{neto}} = 0.244\ m^2 \quad (2.4)$$

Debido a geometría de la columna que soporta, se necesita una losa de 1 x 1 m<sup>2</sup>, por lo tanto, el área de la zapata es:

$$Area = 1\ m^2$$

Cálculos de esfuerzo del terreno

Se calcula la carga activa del suelo, definida como:

$$q_{act} = \frac{R}{Area} = 251.763\ kPa \quad (2.6)$$

$$q_{lado} = \frac{R}{L.Losa} = 251.763\ kPa/m \quad (2.11)$$

Se realiza una revisión por capacidad

$$q_{act} < q_{neto}$$

$$251.763\ kPa < 1.001\ MPa$$

Por lo que se concluye que el suelo es capaz de soportar la carga de la zapata dimensionada.

Cálculo de profundidad “d”

Se estima el lado libre de la losa y el dado de cimentación, teniendo en cuenta que:

Lado de losa  $L.Losa = 1 m.$

Lado columna  $L.Columna = 0.4 m.$

Recubrimiento  $Rec = 75 mm$

Diámetro de varilla  $D.varilla = 16 mm$

$$L = \frac{L.Losa - L.Columna}{2} = 0.3 m \quad (2.10)$$

Estimación del  $d$  mínimo:

$$d_{min.} = \frac{L}{0.85 * 0.17 * \sqrt{f'c * \frac{L.Losa}{q_{lado}} + 1}} = 74.858 mm \quad (2.9)$$

Se estima la altura mínima

$$h_{min.} = d_{min.} + rec. + D.varilla = 165.858 mm. \quad (2.12)$$

Debido que esta altura es menor que la asumida, se mantiene la altura asumida.

$$H = 30 cm.$$

Se calcula el “ $d$ ” de la estructura

$$d = H - rec = 0.23 m$$

### 3.1.3 Verificación de diseño de la losa de cimentación

#### 3.1.3.1 Verificación por cortante

$$Vud = q_{lado} * (L - d) = 18.882 kN \quad (2.14)$$

$$\phi V_c = 0.85 * 0.17 * \sqrt{f'_c} * L.losa * d = 170.369 \text{ kN} \quad (2.15)$$

Comprobación por cortante

$$V_{ud} < \phi V_c \quad (2.13)$$

$$18.882 \text{ kN} < 170.369 \text{ kN}$$

*Cumple*

### 3.1.3.2 **Revisión por aplastamiento**

Teniendo en cuenta que:

$$P_u = 244.564 \text{ kN}$$

Se halla la carga por aplastamiento en la zona de columna

$$B_n = 0.9 * 0.85 * f'_c * L.columna^2 = 3360.935 \text{ kN} \quad (2.17)$$

Debido a que  $P_u$  es menor que  $B_n$ , no se necesita refuerzo vertical.

Para corroborar el aplastamiento:

$$R_v = \sqrt{\frac{\text{Area Losa}}{\text{Area columna}}} = 2.5 \quad (2.20)$$

Para columnas cuadradas, se usa:

$$\phi = 0.65$$

Se calcula el aplastamiento para cada uno de los elementos:

$$\text{Aplastamiento columna} = 0.85 * f'_c * \phi = 15.171 \text{ MPa} \quad (2.18)$$

$$\text{Aplastamiento zapata} = 0.85 * f'c * \phi * Rv = 37.927 \text{ MPa} \quad (2.19)$$

Debido a que el aplastamiento en la zapata es mayor que el aplastamiento en la columna cumple por aplastamiento.

### 3.1.3.3 Revisión por punzonamiento

$$q_{\text{lado}} = 251.763 \text{ kN/m}$$

$$b_0 = 2 * \left( \text{Lado losa} + \text{Lado columna} + \frac{d}{2} \right) + (d + \text{Lado columna}) = 3.65 \text{ m} \quad (2.21)$$

$$A_0 = b_0 * d = 0.821 \text{ m}^2 \quad (2.22)$$

$$\phi V_c = 0.85 * 0.33 * \sqrt{f'c} * A_0 = 1207.112 \text{ kN} \quad (2.25)$$

$$V_{up} = R - q_{\text{lado}} * \text{Lado laso} * \left( \frac{L.\text{columna} + H}{m} \right) = 75.529 \text{ kN} \quad (2.24)$$

Debido a que:

$$V_{up} < \phi V_c \quad (2.23)$$

*Cumple por punzonamiento.*

Diseño del armado por flexión en ambas direcciones

Datos:

Momento máximo  $M_{max} = 5.06 \text{ tonf} * m$

Diámetro de varilla  $D_{varilla} = 16 \text{ mm}$

Se calcula la cuantía de acero y cuantía de acero mínima

$$A_s = 0.85 * f'c * L.Losa * \frac{d}{f_y} * \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 * M_{max}}{0.85 * 0.9 * f'c * L.Losa * d^2}\right)}\right) = 5.41 \text{ cm}^2 \quad (2.26)$$

$$A_s \text{ mín.} = 0.0018 * L.Losa * H = 289.545 \text{ mm}^2 \quad (2.27)$$

$$\text{Numero de varillas mínimo} = \frac{A_s}{\frac{\pi * D_{varilla}^2}{4}} \quad (2.28)$$

$$\text{Numero de varillas} = 12$$

$$\text{Cantidad de acero} = \text{Numero de varillas} * \text{Area varilla} = 2412.743 \text{ mm}^2$$

Dado que,  $289.545 \text{ mm}^2 < 2412.743 \text{ mm}^2$ , por lo tanto, cumple.

Se calcula la separación entre varilla:

$$S = \frac{L.Losa - rec. - D_{varilla}}{\text{Numero de varillas}} = 7.575 \text{ cm} \quad (2.30)$$

Se adapta a:

$$S = 7.5 \text{ cm}$$

### 3.1.4 DISEÑO DEL DADO DE LA CIMENTACIÓN

Área del dado:

$$\text{Área de columna} = 0.16 \text{ m}^2$$

Fuerza nominal:

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = 376.251 \text{ kN}$$

Momento nominal:

$$Mn = \frac{Mmax}{\phi} = 69.255 \text{ kN} * m$$

Cuantía del acero:

$$Ast = 0.02 * Ag = 0.003 \text{ m}^2$$

Diámetro de varilla:

$$Dvar = 16 \text{ mm}$$

Área de varilla

$$Avar = 2.011 \text{ cm}^2$$

Número de varillas

$$N. var. = \frac{Ast}{A.Var} = 15.92$$

Número de varilla real

$$N. var = 16$$

Diámetro de estribo

$$D. Estribo = 10 \text{ mm.}$$

Espaciamiento máximo entre estribos

$$S = 16 * D. var = 0.256 \text{ m}$$

Espaciamiento entre estribos adaptado

$$S = 20 \text{ cm}$$

Espaciamiento entre varillas

$$S = \frac{A. col. - 2(D. var) - 2(D. Estribo) - N. de varillas por lado(D. Var.)}{Espaciamiento entre varillas} = 6.7 cm.$$

Espaciamiento entre varillas adaptado

$$S_{varilla} = 6.5 cm$$

Resumen del diseño del plinto:

**Tabla 3.1** Especificaciones del plinto de cimentación para el restaurante.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

<b>Datos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>
Pu	27.49	Tonf
Mu	5.06	Tonf*m
Carga última	2.055	MPa
Carga admisible	1.028	MPa
Carga Neta	1.001	MPa
Dimensión columna	40x40	cm <sup>2</sup>
Altura de losa	30	cm
Área de losa	1	m <sup>2</sup>
Largo de losa	1	m
Varilla para parrilla de losa	16	mm
Recubrimiento de la losa	75	mm
d	22.5	cm
Varilla del dado de cimentación	16	mm

Número de varillas del dado	16	u
Separación entre varillas	6,5	cm
Varillo de estribo	10	mm
Espaciamiento entre estribos	20	cm

Para el diseño de la cimentación que servirá al puente se realizó la misma metodología, por lo que sus resultados serán expuestos a continuación:

**Tabla 3.2** Especificaciones del plinto de cimentación para el puente.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

Datos	Cantidad	Unidades
Pu	47.32	Tonf
Mu	0.11	Tonf*m
Carga última	2.055	MPa
Carga admisible	1.028	MPa
Carga Neta	1.001	MPa
Dimensión columna	1,65x1,65	m <sup>2</sup>
Altura de losa	30	cm
Área de losa	4,41	m <sup>2</sup>
Largo de losa	2,1	m
Varilla para parrilla de losa	16	mm
Recubrimiento de la losa	75	mm
d	22.5	cm
Varilla del dado de cimentación	22	mm

Número de varillas del dado	84	u
Separación entre varillas	5	cm
Varillo de estribo	10	mm
Espaciamiento entre estribos	20	cm

### 3.2 Diseño de muro

Se inició el diseño del muro a partir de las características geométricas requeridas y especificaciones del terreno a nivel de estratos.

#### 3.2.1 Datos generales del terreno

**Tabla 3.3** Especificaciones del suelo.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

<b>SUELO DE CIMENTACIÓN</b>			
Tipo de suelo	<b>Arena densa y grava</b>		
Peso unitario	PU =	2.01	Ton/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción interna	Ø =	34	grados
Coefficiente de fricción	m =	0.5	N/A
Capacidad portante	qadm =	40	Ton/m <sup>2</sup>
<b>SUELO DE RELLENO</b>			

Tipo de suelo	<b>Arcilla suave</b>		
Peso unitario	PU =	1.68	Ton/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción interna	Ø =	7.5	grados
Coefficiente de fricción	m =	0.25	N/A
Capacidad portante	qadm =	10	Ton/m <sup>2</sup>

**Tabla 3.4** Especificaciones de los materiales.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

<b>DATOS ADICIONALES</b>			
<b>F'c =</b>	<b>210</b>	kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo a compresión del hormigón
<b>γc =</b>	<b>2400</b>	kg/m <sup>3</sup>	Peso específico del hormigón
<b>D =</b>	<b>1.50</b>	m	Profundidad de cimentación
<b>FY =</b>	<b>4200</b>	kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de fluencia del acero
<b>r =</b>	<b>0.07</b>	m	Recubrimiento Mínimo

### 3.2.1.1 Diseño geométrico del muro 1

**Tabla 3.5** Dimensiones del muro 1.

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]

DIMENSIONES INGRESADAS		
H =	4.50	m
B =	2.30	m
C =	0.30	m
D =	0.50	m
L =	0.50	m
A =	0.50	m
Z =	1.30	m
H <sub>pant</sub> =	4.00	m
H' =	0.48	m

#### 3.2.1.1.1 Cálculo de los empujes del suelo

**Cálculo de coeficientes activo de reacción del suelo:**

$$K_a = \frac{\cos^2(\theta - \beta)}{\cos^2 \beta \cos(\beta + \delta) \left( 1 + \frac{\sin(\theta + \delta) \sin(\theta - i)}{\cos(\beta + \delta) \cos(\beta - i)} \right)^2} = 0.35 \quad (2.31)$$

### **Cálculo de coeficiente pasivo de reacción del suelo:**

$$Kp = \cos(i) \frac{\cos(i) + \sqrt{\cos^2(i) - \cos^2(\phi)}}{\cos(i) - \sqrt{\cos^2(i) - \cos^2(\phi)}} = 2.61 \quad (2.32)$$

### **Cálculo de presión activa**

$$Pa = \frac{1}{2} * Ka * Pu * H^2 = 7.29 \text{ Ton/m} \quad (2.33)$$

### **Cálculo de presión en componente horizontal**

$$Ph = Pa * \cos(i) \frac{\text{Ton}}{m} = 6.85 \text{ Ton/m} \quad (2.34)$$

### **Cálculo en componente vertical**

$$Pv = Pa * \sin(i) = 2.49 \text{ Ton/m} \quad (2.35)$$

#### **3.2.1.1.2 Revisión por volcamiento**

$$\sum M_o = P_h * \cos(t) \left( \frac{H+H'}{3} \right) \quad (2.37)$$

$$FS_{\text{Volcamiento}} = \frac{\sum M_R}{\sum M_o} = 6.55 \quad (2.36)$$

Este debe ser mayor o igual que dos, por lo tanto, cumple con la condición.

### 3.2.1.1.3 Diseño de la cara interna del muro

**Tabla 3.6** Cálculo de los momentos últimos a las distintas distancias z.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

<b>EMPUJE DEL SUELO</b>			
<b>PUNTO</b>	<b>Z</b>	<b>PZ</b>	<b>Mu</b>
	<b>m</b>	<b>Ton</b>	<b>Ton - m</b>
P0	0.00	0.28	0.00
P1	0.8	0.75	0.17
P2	1.6	1.22	0.91
P3	2.4	1.69	2.59
P4	3.2	2.16	5.57
P5	4.00	2.63	10.21

### Estimación del peralte de los z

**Tabla 3.7** Peralte a las distintas distancias z.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

<b>PERALTE</b>	
<b>(cm)</b>	
d1	26.50

d2	30.50
d3	34.50
d4	38.50
d5	42.50

### Diseño a flexión

Con el peralte obtenido para las diferentes alturas se puede encontrar el acero mínimo, acero máximo y acero requerido.

**Tabla 3.8** Acero necesario a flexión de los distintos peraltes.

Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]

ACERO NECESARIO A FLEXIÓN							
SEC.	d	Mu	k	As	Asmax	Asmin	CONCLUSIÓN
	cm	Ton-m		cm2	cm2	cm2	cm2
d1	26.50	0.17	0.0013	0.17	28.36	8.82	8.82
d2	30.50	0.91	0.0052	0.8	32.64	10.16	10.16
d3	34.50	2.59	0.0115	2	36.92	11.49	11.49
d4	38.50	5.57	0.0199	3.88	41.2	12.82	12.82
d5	42.50	10.21	0.0299	6.47	45.48	14.15	14.15

### Distribución del acero a los distintos peraltes

**Tabla 3.9** Distribución del acero en los distintos peraltes.

Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]

DISPOSICIÓN DE ACERO EN PANTALLA CONFINADA								
SE C	Ø (mm)	U	As (cm <sup>2</sup> )	Ast	S (cm)	Cant .	S real	RESUMEN
0.8 0	16	5.00	10.05	10.0 5	20.00	5.00	20	1Ø16mm@20cm
1.60	16	6.0 0	12.06	2.01	16.00	1.00	100	1Ø16mm@100cm
2.40	16	6.0 0	12.06	0.00	0.00	0.00	0	NO ACERO
3.20	16	7.00	14.07	2.01	14.00	1.00	100	1Ø16mm@100cm
4.0 0	16	8.0 0	16.08	2.01	12.00	1.00	100	1Ø16mm@100cm

### Diseño a cortante de la pantalla

Se determinó la fuerza cortante a la que está sometida el muro

$$V_u = F * (P_o + P_5) * \frac{H}{2} = 6.98 \text{ ton} \quad (2.43)$$

$$V_c < V_{adm.}$$

$$V_c = \frac{V_u}{0.85 * b_w * d} = 19.32 \text{ ton/m}^2 \quad (2.44)$$

$$V. adm = 0.53 * \sqrt{f'c} = 76.8 \text{ ton/m}^2 \quad (2.45)$$

Cumple con la verificación.

### **Diseño a flexión del dedo y talón del muro**

Para el diseño de esta sección de la estructura tiene dos verificaciones: a cortante y a flexión.

#### **Diseño a cortante**

Esta verificación consiste en:

$$Vc < Vadm$$

A continuación, se detalla el proceso para que esta condición pueda cumplirse.

#### **Para el dedo del muro**

Para el primer término se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$Vu = F * \left( qmax * x - \frac{m*x^2}{2} \right) = 6.51 \text{ Tonf} \quad (2.46)$$

$$Vc = \frac{Vu}{0.85 * bw * d} = 17.81 \text{ Ton/m}^2 \quad (2.47)$$

Mientras que para el segundo término se estima la cortante admisible por medio de:

$$Vadm. = 0.53 * \sqrt{f'c} = 76.8 \text{ Ton/m}^2 \quad (2.48)$$

Debido a que si se cumple:

$$Vc = \frac{Vu}{0.85 * bw * d} = 17.81 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < Vadm. = 0.53 * \sqrt{f'c} = 76.8 \text{ Ton/m}^2$$

#### **Para el talón del muro**

$$Vu = F * \left( q4 * x - \frac{m*x^2}{2} \right) = -23.62 \text{ Ton} \quad (2.46)$$

$$Vc = \frac{Vu}{0.85*bw*d} = -64.62 \text{ Ton/m}^2 \quad (2.47)$$

Mientras que para el segundo término se estima la cortante admisible por medio de:

$$Vadm. = 0.53\sqrt{f'c} = 76.8 \text{ Ton/m}^2 \quad (2.48)$$

Debido a que si se cumple:

$$Vc = \frac{Vu}{0.85 * bw * d} = 17.81 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < Vadm. = 0.53\sqrt{f'c} = 76.8 \text{ Ton/m}^2$$

### **Diseño a flexión del dedo y talón del muro**

#### **Para el dedo del muro:**

Se halla el momento último de diseño y el factor K:

$$Mu = F * \left( \frac{qmax*x^2}{2} - \frac{m*x^3}{6} \right) = 1.51 \text{ Tom} * m \quad (2.49)$$

$$K = \frac{Mu}{0.9*bw*d^2*f'c} = 0.0043 \quad (2.50)$$

Calcular las cuantías de acero:

$$As.min = 14.32 \text{ cm}^2 \quad (2.51)$$

$$As.max = 46.01 \text{ cm}^2 \quad (2.52)$$

$$As = \frac{f'c}{Fy} * \left( \frac{1-\sqrt{1-2.36*K}}{1.18} \right) * b * d = 0.93 \text{ cm}^2 \quad (2.53)$$

Debido a que el área de acero requerida es menor que la mínima, se usa la mínima para el cálculo de distribución del acero. Finalmente, se realiza una verificación con respecto al d que permita asegurar la seguridad del diseño.

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0.189 * \phi * f'c * bw}} = 6.5 \text{ cm}^2 \quad (2.54)$$

$$d \text{ cal.} < d$$

$$6.5 \text{ cm}^2 < 43 \text{ cm}^2 \quad \text{Satisfactorio}$$

### Para el talón del muro:

Se halla el momento último de diseño y el factor K:

$$Mu = F * \left( \frac{q4 * x^2}{2} - \frac{m * x^3}{6} \right) = -17.34 \text{ Tom} * m \quad (2.49)$$

$$K = \frac{Mu}{0.9 * bw * d^2 * f'c} = -0.05 \quad (2.50)$$

Calcular las cuantías de acero:

$$As. \text{min} = 14.32 \text{ cm}^2 \quad (2.51)$$

$$As. \text{max} = 46.01 \text{ cm}^2 \quad (2.52)$$

$$As = \frac{f'c}{Fy} * \left( \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 * K}}{1.18} \right) * b * d = 0.93 = -10.37 \text{ cm}^2 \quad (2.54)$$

Debido a que el área de acero requerida es menor que la mínima, se usa la mínima para el cálculo de distribución del acero. Finalmente, se realiza una verificación con respecto al d que permita asegurar la seguridad del diseño.

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0.189 * \phi * f'c * bw}} = 6.5 \text{ cm}^2 \quad (2.55)$$

$$d \text{ cal.} < d$$

$$6.5 \text{ cm}^2 < 43 \text{ cm}^2 \quad \text{Satisfactorio}$$

## Resumen de las especificaciones del muro 1

**Tabla 3.10** Especificaciones de diseño del muro 1.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

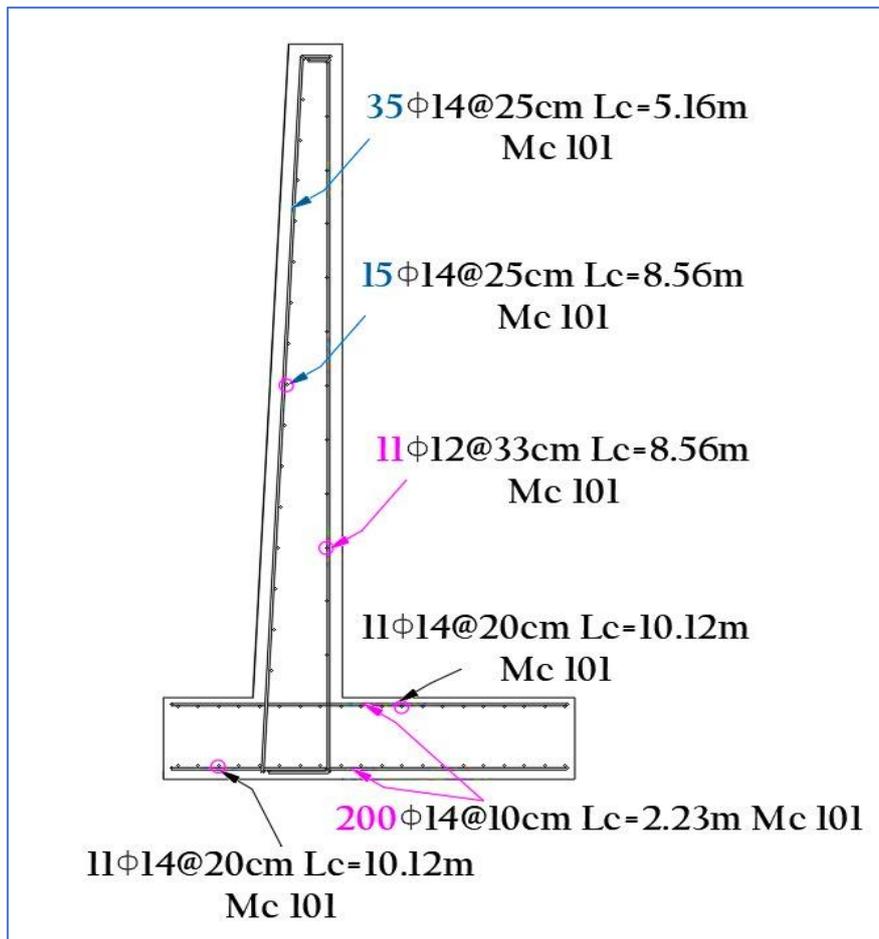
ESPECIFICACIONES DE DISEÑO		
H =	4.50	m
B =	2.30	m
C =	0.30	m
D =	0.50	m
L =	0.50	m
A =	0.50	m
Z =	1.30	m
H <sub>pant</sub> =	4.00	m
H' =	0.48	m
K <sub>a</sub> =	0.35	
P <sub>a</sub> =	7.29	Tom/m
P <sub>h</sub> =	6.85	Tom/m
P <sub>v</sub> =	2.49	Tom/m
K <sub>p</sub> =	2.61	

Fs (V)=	6.55	
FS (D)=	23.20	

**Detalles del armado del muro 1**

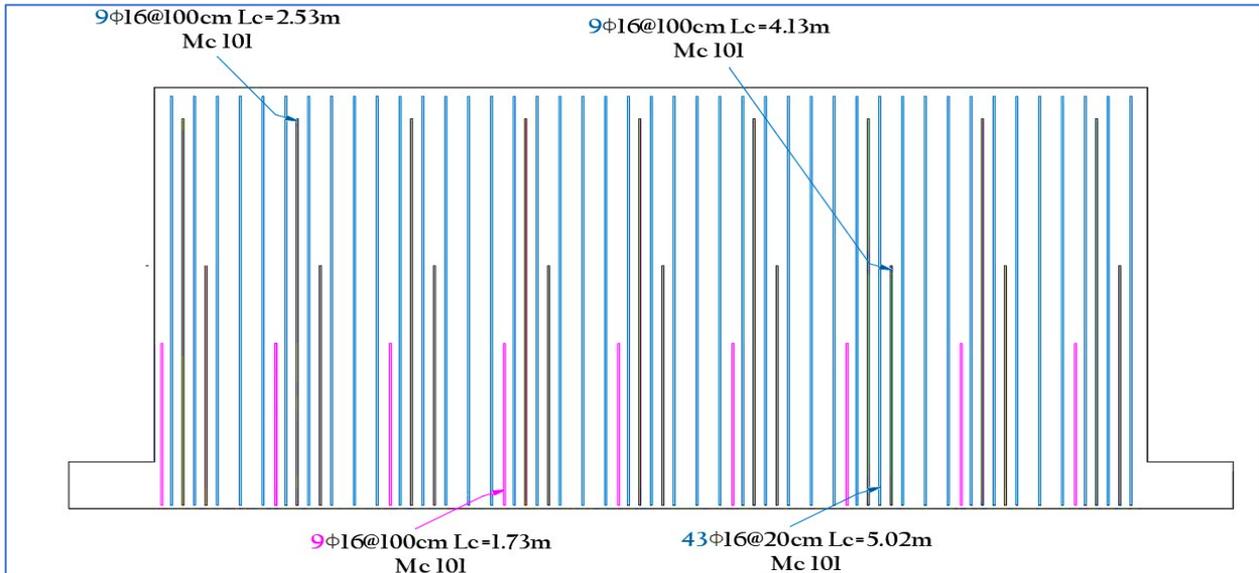
**Figura 3.1** Vista en corte del muro 1

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]



**Figura 3.2** Vista del armado de la pantalla de compresión del muro.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**



Para el diseño de los otros dos muros, se replicó la misma metodología para el diseño del muro 1. A continuación, se mostrará tablas resumen del diseño muro 2 y muro 3.

### 3.2.1.2 Muro 2

**Tabla 3.11** Especificaciones de diseño del muro 2.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO		
H =	4.50	m
B =	2.30	m

C =	0.30	m
D =	0.50	m
L =	0.50	m
A =	0.50	m
Z =	1.30	m
H <sub>pant</sub> =	4.00	m
H' =	0.48	m
K <sub>a</sub> =	0.35	
P <sub>a</sub> =	7.29	Tom/m
P <sub>h</sub> =	6.85	Tom/m
P <sub>v</sub> =	2.49	Tom/m
K <sub>p</sub> =	2.61	
F <sub>s</sub> (V)=	6.55	
FS (D)=	23.20	

**Tabla 3.12** Acero necesario para las diferente alturas Z de la pantalla interna.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

<b>ACERO NECESARIO A FLEXIÓN</b>							
<b>SEC.</b>	<b>d</b>	<b>Mu</b>	<b>k</b>	<b>As</b>	<b>Asmax</b>	<b>Asmin</b>	<b>CONCLUSIÓN</b>
	<b>cm</b>	<b>Ton-m</b>		<b>cm2</b>	<b>cm2</b>	<b>cm2</b>	<b>cm2</b>
d1	26.50	0.15	0.0011	0.15	28.36	8.82	8.82
d2	30.50	0.84	0.0048	0.73	32.64	10.16	10.16
d3	34.50	2.38	0.0106	1.84	36.92	11.49	11.49
d4	38.50	5.11	0.0182	3.54	41.2	12.82	12.82
d5	42.50	9.36	0.0274	5.92	45.48	14.15	14.15

**Tabla 3.13** Distribución del acero a las diferentes alturas de la pantalla interna.

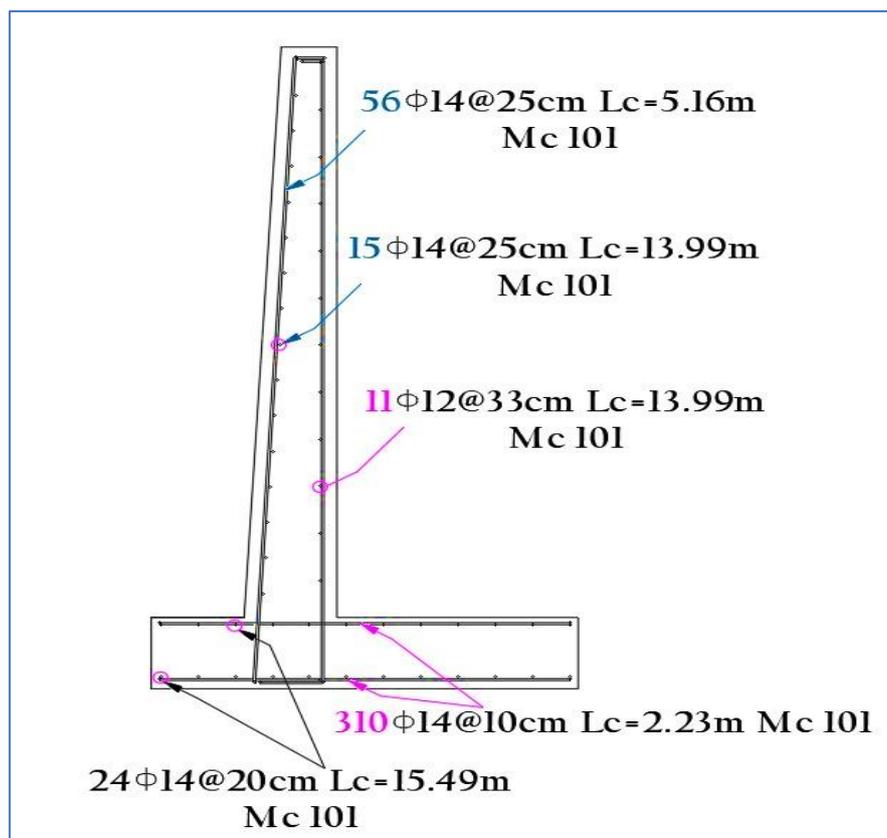
**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

<b>DISPOSICIÓN DE ACERO EN PANTALLA CONFINADA</b>								
<b>SEC</b>	<b>Ø (mm)</b>	<b>U</b>	<b>As (cm2)</b>	<b>Ast</b>	<b>S (cm)</b>	<b>Cant.</b>	<b>S real</b>	<b>RESUMEN</b>

0.80	<b>16</b>	5.00	10.05	10.05	20.00	5.00	20	1Ø16mm@20cm
1.60	<b>16</b>	6.00	12.06	2.01	16.00	1.00	100	1Ø16mm@100cm
2.40	<b>16</b>	6.00	12.06	0.00	0.00	0.00	0	NO ACERO
3.20	<b>16</b>	7.00	14.07	2.01	14.00	1.00	100	1Ø16mm@100cm
4.00	<b>16</b>	8.00	16.08	2.01	12.00	1.00	100	1Ø16mm@100cm

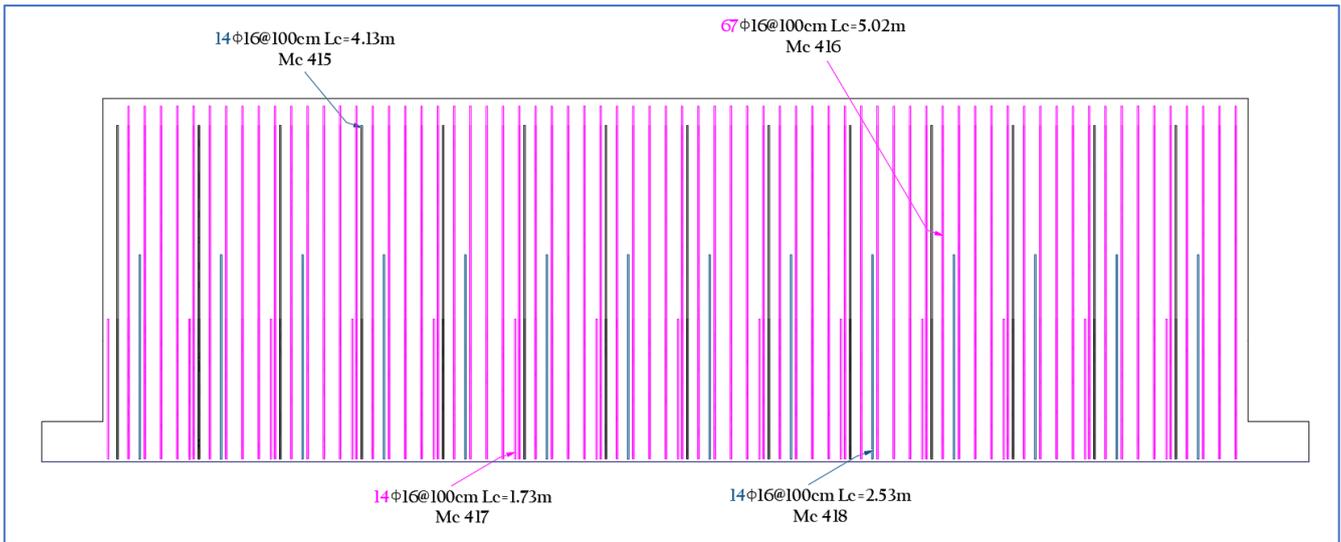
**Figura 3.3** Vista en corte del muro 2

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]



**Figura 3.4** Vista en corte longitudinal del muro 2.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**



### 3.2.1.3 Diseño del muro 3

**Tabal 3.14** Especificaciones de diseño del muro 3.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO		
H =	6.50	m
B =	3.50	m
C =	0.40	m
D =	0.70	m

L =	0.70	m
A =	0.70	m
Z =	2.10	m
H <sub>pant</sub> =	5.80	m
H' =	0.77	m
K <sub>a</sub> =	0.35	
P <sub>a</sub> =	15.54	Tom/m
P <sub>h</sub> =	14.60	Tom/m
P <sub>v</sub> =	5.31	Tom/m
K <sub>p</sub> =	2.61	
F <sub>s</sub> (V)=	4.67	
F <sub>S</sub> (D)=	11.57	

**Tabla 3.15** Acero necesario para las diferente alturas Z de la pantalla interna.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

<b>ACERO NECESARIO A FLEXIÓN</b>							
<b>SEC.</b>	<b>d</b>	<b>Mu</b>	<b>k</b>	<b>As</b>	<b>Asmax</b>	<b>Asmin</b>	<b>CONLUSIÓN</b>
	<b>cm</b>	<b>Ton-m</b>		<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	<b>cm<sup>2</sup></b>
d1	38.50	0.50	0.0018	0.35	41.2	12.82	12.82

d2	44.49	2.68	0.0072	1.61	47.6	14.82	14.82
d3	50.49	7.55	0.0157	4	54.02	16.81	16.81
d4	56.49	16.10	0.0267	7.66	60.44	18.81	18.81
d5	62.49	29.36	0.0398	12.74	66.86	20.81	20.81

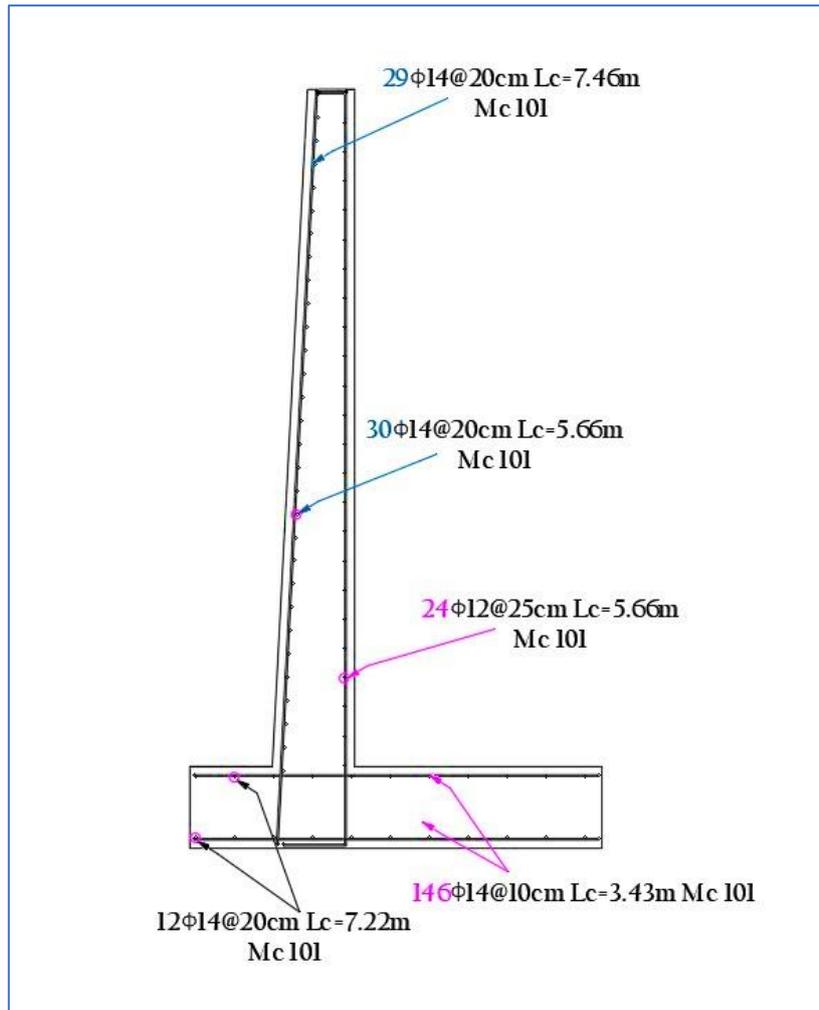
**Tabla 3.16** Distribución del acero a las diferentes alturas de la pantalla interna.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

<b>DISPOSICIÓN DE ACERO EN PANTALLA CONFINADA</b>								
<b>SEC</b>	<b>Ø (mm)</b>	<b>U</b>	<b>As (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Ast</b>	<b>S (cm)</b>	<b>Cant.</b>	<b>S real</b>	<b>RESUMEN</b>
1.16	<b>16</b>	7.00	14.07	14.07	14.00	7.00	14	1Ø16mm@14cm
2.32	<b>16</b>	8.00	16.08	2.01	12.00	1.00	100	1Ø16mm@100cm
3.48	<b>16</b>	9.00	18.1	2.02	11.00	2.00	50	1Ø16mm@50cm
4.64	<b>16</b>	10.00	20.11	2.01	10.00	1.00	100	1Ø16mm@100cm
5.80	<b>16</b>	11.00	22.12	2.01	9.00	1.00	100	1Ø16mm@100cm

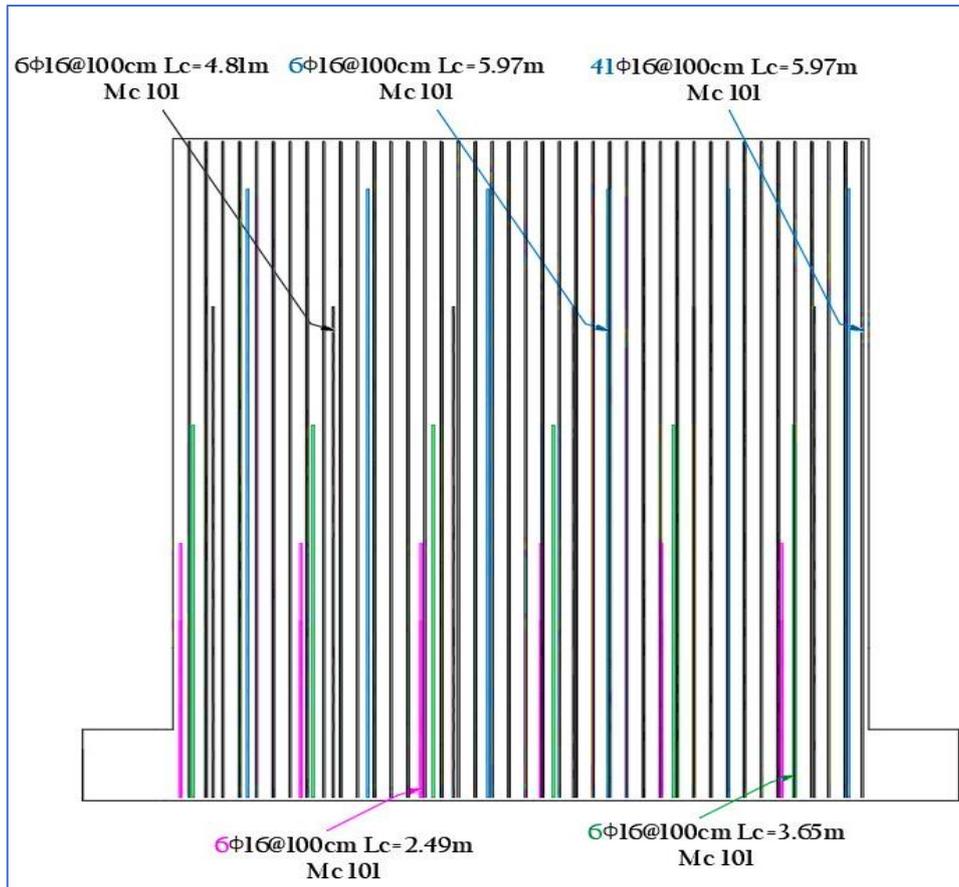
**Figura 3.5** Vista en corte del muro 3.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**



**Figura 3.6** Vista en corte longitudinal del muro 3.

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]



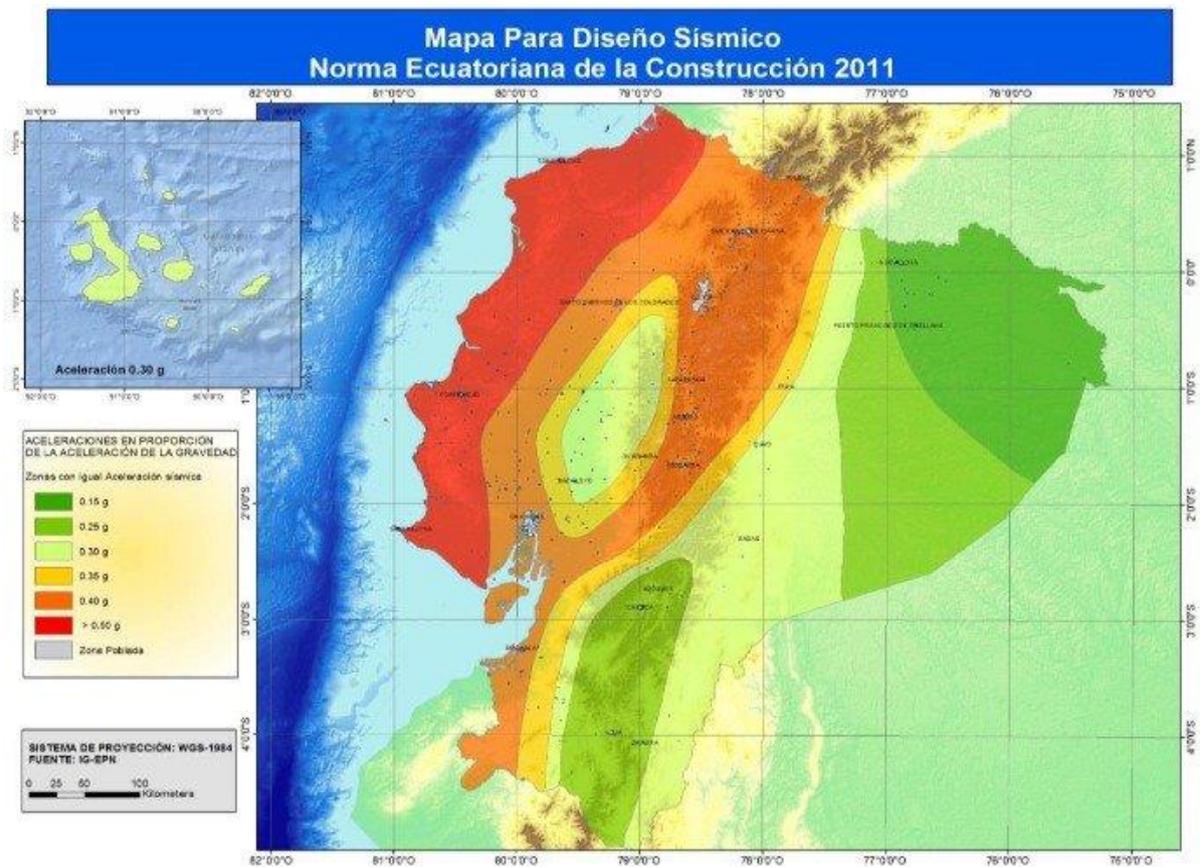
### 3.3 Verificación de estabilizaciones de taludes

Para el análisis de estabilización de taludes se tomó la topografía realizada y los cortes de los perfiles usados en los anteriores estudios. Este análisis fue modelado en el software Galena, los requisitos para esta simulación consistían en realizar proyecciones de los materiales del terreno a diferente profundidad, el factor de aceleración sísmica del lugar, el cual se determinó en 0.4g (PGA) asignado previamente en el diseño estructural del edificio, la información fue tomada en base al mapa de diseño sísmico

que es dictaminado por la NEC-2011. La modelación del programa empleará el método de Sarma, arrojando como resultados un factor de seguridad el cual debe ser mayor a 1.05 para ser considerado seguro.

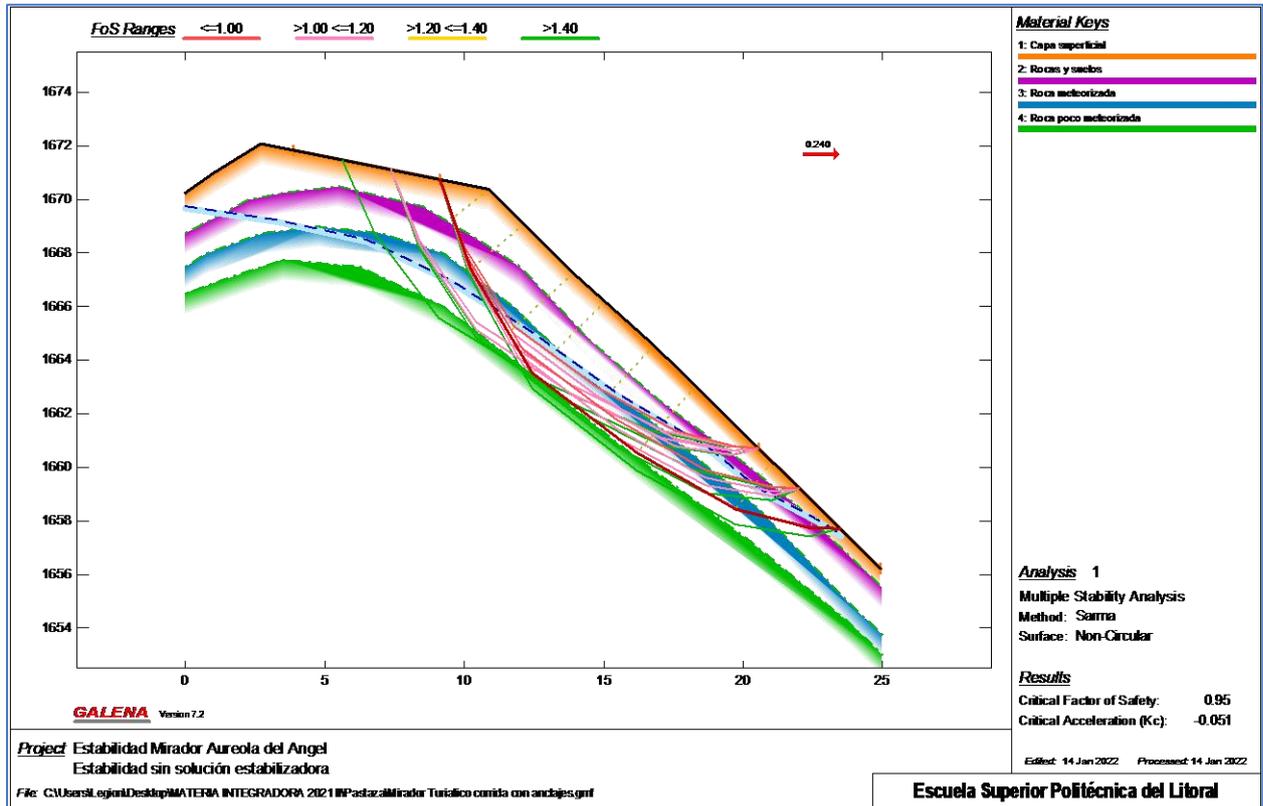
**Figura 3.7** Mapa para el diseño sísmico.

**Fuente:** [NEC, 2011]



**Figura 3.8** Resultado de la modelación del estado actual del terreno.

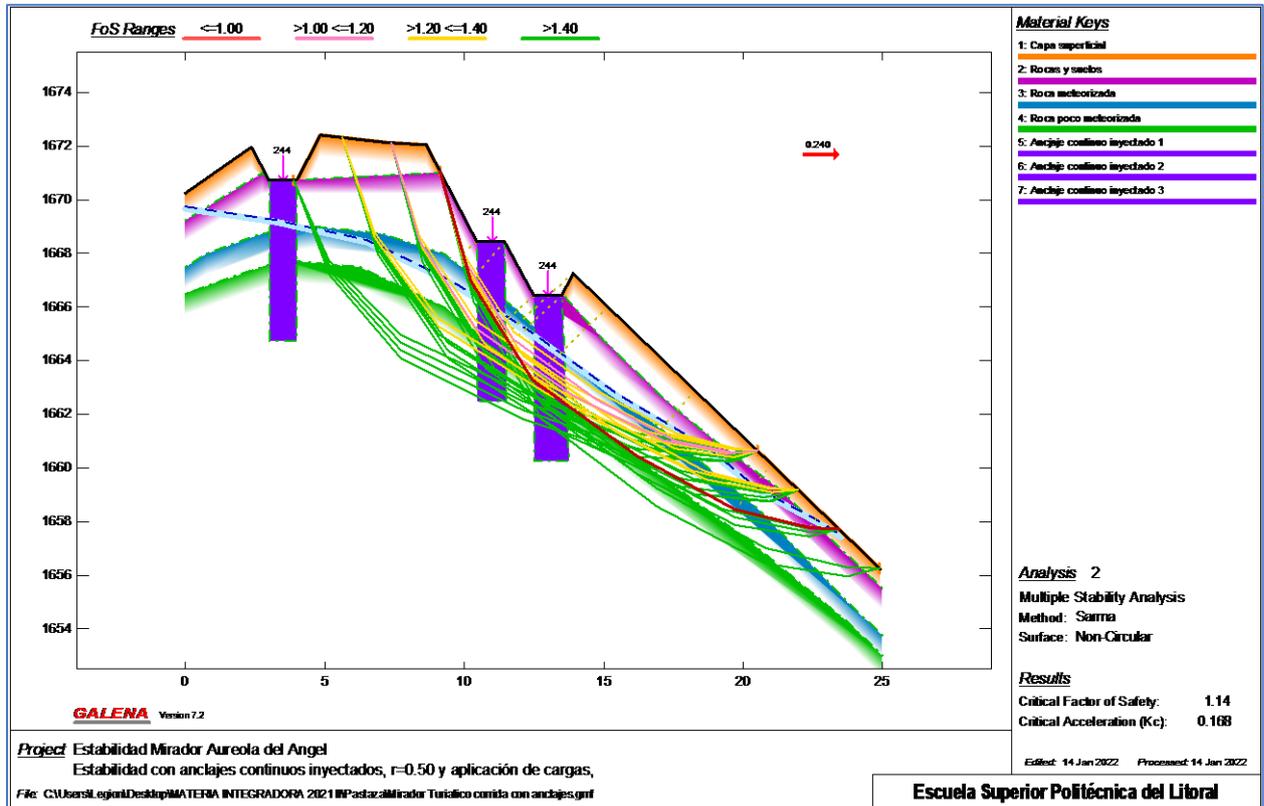
Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]



La gráfica muestra el comportamiento actual del terreno ante la situación más crítica con el que este puede ser afectado, se obtuvo un factor de seguridad de 0.95. De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción, el factor de seguridad de un talud debe ser mayor a 1.05; teniendo en cuenta esto, se estima que el terreno actual no cumple con este parámetro y de igual manera, al no observar fallas de taludes presentes en la zona, también se puede asumir que históricamente este terreno no ha sido sometido a la situación más crítica.

**Figura 3.9** Resultado de la modelación ante la implementación de la solución escogida.

Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]



Una vez diseñada la cimentación, considerando la implementación de los anclajes continuos y de la carga que el edificio proyectará al suelo, se realizó una nueva modelación con el mismo factor de aceleración sísmica, se obtuvo que el nuevo factor de seguridad es de 1.14, siendo este mayor que el mínimo establecido por la NEC. Este resultado nos indica lo satisfactorio de la solución diseñada para los requerimientos estructurales.

### 3.4 Presupuesto

Para la realización de los rubros se tomó en cuenta los nuevos precios establecidos por la cámara de construcción del Ecuador. El presupuesto fue dividido en dos etapas

constructivas: obras preliminares y armado de la estructura, mientras que, como tercera etapa se estableció un rubro para un plan de manejo ambiental que se requiere por políticas establecido por el PDOT realizado por el GADBASD, estas etapas generan un subtotal de \$ 137187,67. Se estimó una cantidad destinada a imprevistos, la cual corresponde al 5% de este subtotal.

Finalmente, tras la aplicación del 12% del I.V.A. se obtiene un total de: \$ 160509,57

Una vez realizado los análisis de presupuestos unitarios los cuales son descritos a detalle en el Anexo 3, mientras que, el Anexo 4, se presenta la metodología aplicada para la cuantificación de cantidades de cada uno de los rubros.

A continuación, se presenta el siguiente presupuesto general:

**Figura 3.10** Tabla de presupuesto general del proyecto.

**Fuente:** [Gaibor y Haro, 2021]

PRESUPUESTO GENERAL DE TRABAJOS					
Código	DESCRIPCIÓN	U	Cantidad	Precio Unitario	Precio TOTAL
<b>Trabajos Preliminares</b>					
A1	Guardiania	mes	3	450	\$1,350.00
A2	Desbosque y limpieza de terreno.	m2	3952	1.39	\$5,493.28
A3	Apertura de vías de acceso para maquinaria.	m3	855	4.69	\$4,009.95
A4	Cerramiento provisional de pingos y lona. Altura, 2.40 metros.	m	105	16.32	\$1,713.60
A5	Instalaciones básicas provisionales	m3	4	236.66	\$946.64
A6	Baterías sanitarias provisionales	día	3	331.22	\$993.66
<b>Armado de Estructura</b>					
A7	Replanteo y nivelación.	m2	1676	1.97	\$3,301.72
A8	Excavación de terreno natural para Zapatas	m3	211.33	4.69	\$991.14
A9	Encofrado de madera, para estabilización de taludes.	m2	144	13.84	\$1,992.96
A10	Anclajes Continuos Inyectados, dispuestos en el terreno. Inc. Mano de obra.	u	98	385.44	\$37,773.12
A11	Hormigón Simple f c = 140 Kg/cm2	m3	13.37	172.39	2304.8543
A12	Acero de refuerzo.	kg	11486.2	1.91	\$21,938.64
A13	Hormigón Estructural f c = 210 Kg/cm2	m3	162.66	312.52	\$50,834.50
A14	Relleno compactación mecánica. (Material de excavación).	m3	221.90	3.88	\$860.96
A15	Limpieza de obra, y desalojo.	Glo	818.47	2.85	\$2,332.64
<b>Plan de Manejo Ambiental</b>					
A16	Plan de manejo ambiental	Glo	1	350	\$350.00
<b>Total General</b>					<b>\$137,187.67</b>
				<b>Imprevistos 5%</b>	<b>\$6,859.38</b>
				<b>IVA 12%</b>	<b>\$16,462.52</b>
<b>Total USD \$</b>					<b>160509.57</b>

### 3.5 Cronograma de actividades para la ejecución de obra

Se realizó un cronograma de obra, a partir de los rendimientos establecidos en el presupuesto previamente realizado. El cronograma fue diseñado a partir del software Project Libre, el cual estimó un tiempo de duración de 87 días desde el inicio de la obra, hasta el desalojo de los equipos y materiales de la zona. Por requerimiento del cliente, esta proyección del cronograma inicia desde el 7 de marzo y finaliza el 5 de julio del presente año. A continuación, se representa la modelación del programa.

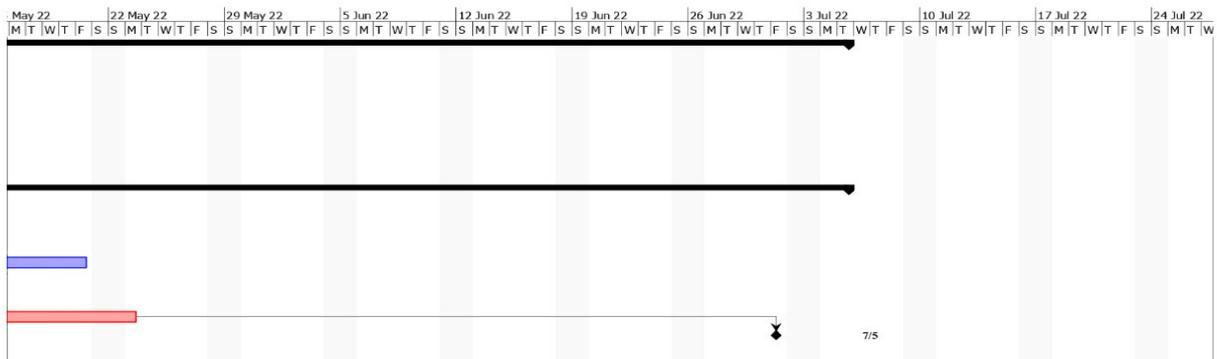
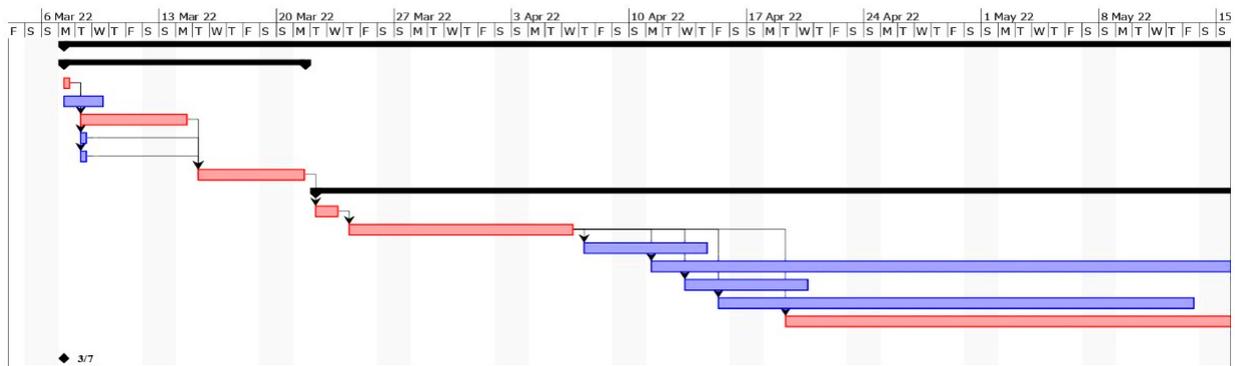
**Tabla 3.18** Cronograma de actividades de obras realizado en Project

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

		Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1		<b>☐Cimentaciones "Aureola del Ángel"</b>	<b>87 days?</b>	<b>3/7/22 8:00 AM</b>	<b>7/5/22 5:00 PM</b>	
2		<b>☐Obras preliminares</b>	<b>11 days?</b>	<b>3/7/22 8:00 AM</b>	<b>3/21/22 5:00 PM</b>	
3		Instalación de guardianía	1 day	3/7/22 8:00 AM	3/7/22 5:00 PM	
4		Cerramiento provisional de lona y pingos.	3 days	3/7/22 8:00 AM	3/9/22 5:00 PM	
5		Desbosque y limpieza de terreno	5 days	3/8/22 8:00 AM	3/14/22 5:00 PM	3
6		Instalaciones básicas provisionales.	1 day	3/8/22 8:00 AM	3/8/22 5:00 PM	3
7		Colocación de baterías sanitarias provisionales.	1 day?	3/8/22 8:00 AM	3/8/22 5:00 PM	3
8		Apertura de acceso de vía para maquinaria	5 days	3/15/22 8:00 AM	3/21/22 5:00 PM	5;6;7
9		<b>☐Armado de estructura</b>	<b>76 days</b>	<b>3/22/ 22 8:00 AM</b>	<b>7/5/22 5:00 PM</b>	
10		Replanteo y nivelación.	2 days	3/22/22 8:00 AM	3/23/22 5:00 PM	8
11		Excavación a máquina de zapatas.	10 days	3/24/22 8:00 AM	4/6/22 5:00 PM	10
12		Encofrado de madera para estabilización de taludes.	6 days	4/7/22 8:00 AM	4/14/22 5:00 PM	11
13		Anclajes continuos inyectados de 6m dispuestos e...	30 days	4/11/22 8:00 AM	5/20/22 5:00 PM	11FS+2 days
14		Hormigón simple f' c= 140 Kg/cm2.(Replantillo)	6 days	4/13/22 8:00 AM	4/20/22 5:00 PM	11FS+4 days
15		Acero de refuerzo.	21 days	4/15/22 8:00 AM	5/13/22 5:00 PM	11FS+6 days
16		HORMIGÓN H.S 210 Kg/cm2	25 days	4/19/22 8:00 AM	5/23/22 5:00 PM	11FS+8 days
17		Limpieza de obra y desalojo.	3 days	7/1/22 8:00 AM	7/5/22 5:00 PM	16FS+28 days
18		Fin	0 days	3/7/22 8:00 AM	3/7/22 8:00 AM	
Cimentación Aureola del Ángel_Haro_Gaibor - page1						

**FIGURA 2.** Diagrama de Gantt por el tiempo a emplearse en la construcción del proyecto turístico

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021].**



## **CAPÍTULO 4**

### **4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL**

#### **4.1 Descripción del problema**

El desarrollo turístico de la parroquia Rio Verde del cantón Baños de Agua Santa hace que continuamente se construyan edificaciones que brinden nuevas experiencias a los turistas que visitan la zona. Este continuo desarrollo, sumado a la ubicación geográfica provoca que se construya cada vez más en zonas poco exploradas y que son cercanas al río que cruza la parroquia. Esta localidad se caracteriza por laderas de pendientes mayores a 45° que están cubiertas por vegetación abundante.

#### **4.2 Objetivos**

##### **4.2.1 Objetivo General**

Realizar la evaluación de impacto ambiental simplificado de las tres alternativas de solución propuestas, analizando cada factor de impacto involucrado, otorgando una verificación sobre la alternativa escogida.

##### **4.2.2 Objetivo Específico**

- Describir las alternativas previamente propuestas desde el punto de vista ambiental.
- Valorar cualitativamente los impactos ambientales de cada alternativa para identificar elección más ambientalmente aplicable.
- Proponer medidas de mitigación de los impactos ambientales más importantes de la alternativa seleccionada para el presente proyecto.

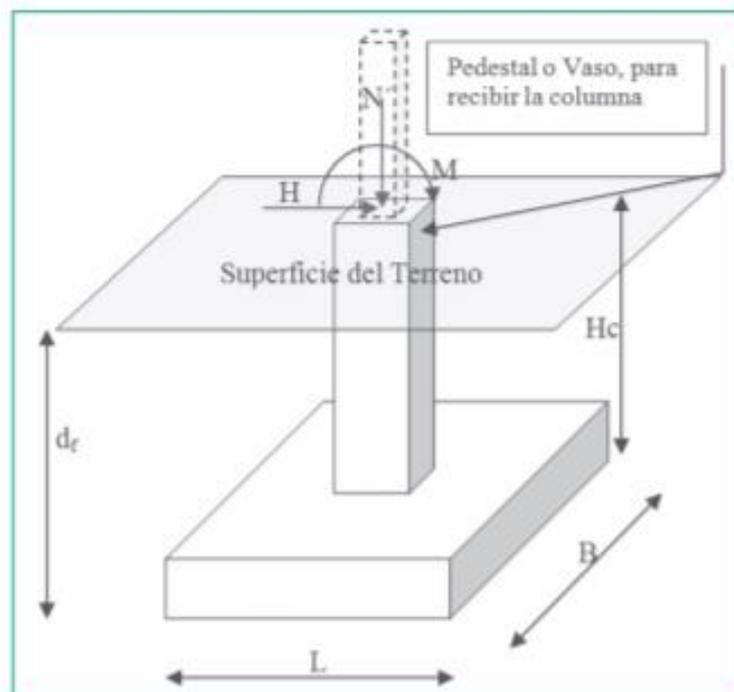
### 4.3 Descripción de las alternativas de cimentación

#### 4.3.1 Descripción, alternativa de cimentación superficial:

Consisten en el uso de plintos que se asentarán a poca profundidad de los suelos coluviales que registra la zona, estos suelos son el resultado de obras de diseño vial que queda cercano al terreno, por lo que, es común encontrar restos de materiales de construcción tales como acero, restos de hormigón y grava; debido a que estas obras fueron hace más de diez años, la vegetación ha vuelto a dominar el lugar y estos elementos se pueden encontrar también bajo el suelo.

**Figura 4.1** Modelo geométrico y de cargas en una cimentación **superficial**

**Fuente: (Chagoyén, 2009)**



Las “zapatas aisladas simples” como comúnmente son conocidos este tipo de cimientos y como se observa en la figura 32, es empleada como una “ampliación” de la superficie de apoyo de la estructura buscando que el suelo supere sus problemas de carga y les haga frente a las sollicitaciones estructurales. Una zapata aislada soporta solamente una columna, tomando así la carga destinada al centro de su geometría (Montoya, Pinto; 2010).

#### **4.3.1.1 Fases de ejecución para la alternativa de cimentación superficial:**

##### **4.3.1.1.1 Fase 1: Construcción**

Siendo esta uno de los más comunes casos de cimentación, el proceso constructivo es altamente conocido, por tanto, el mismo se divide en tres partes:

Primero, se excava el terreno natural posterior a su desbosque hasta llegar al límite inferior de desplante calculado.

Segundo, conforme se prepara el terreno, se prepara el acero de refuerzo, cortando y doblando la varilla del diámetro estipulado para que la zapata aislada cumpla con los requerimientos estructurales solicitados,

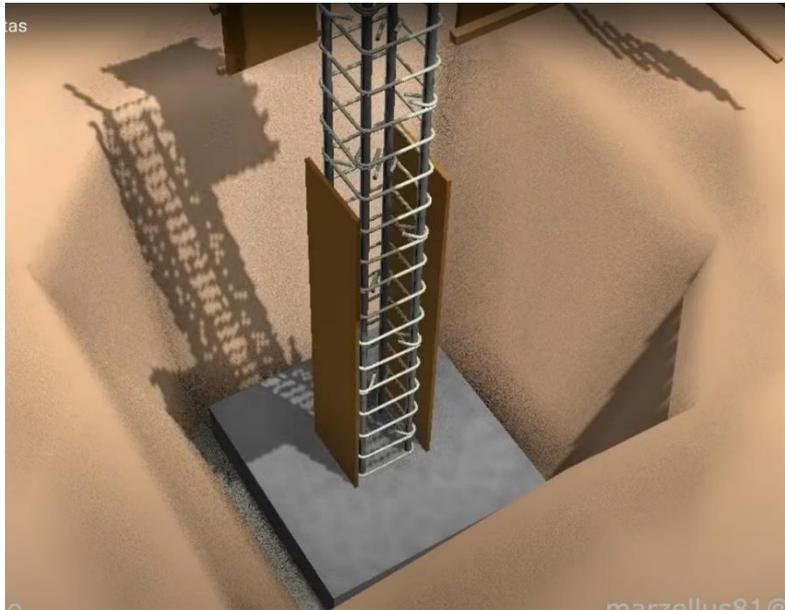
Tercero, se funde un replantillo (una capa de hormigón pobre de aproximadamente 10 cm donde descansará la zapata), se dispone la estructura de acero al centro de la excavación comprobando siempre se cumpla con el centro de la plomada.

Cuarto, se encofra, delimitando la geometría planificada de la zapata.

Quinto, finalmente se prepara el hormigón de 210 F’c en sitio y se rellenan los moldes de las zapatas previamente preparados con la estructura de acero en su interior. El fraguado total se completa a los 28 días de la fundición.

**Figura 4.2** Proceso constructivo de zapata aislada.

**Fuente: (Pardo, 2018)**



#### **4.3.1.1.2 Fase 2: Fase de Operación**

En esta etapa, la cimentación del complejo turístico se difiere a la exposición que tendrá la super estructura debido a que la misma se encuentra construida desde el nivel 0+000 hacia abajo, así al estar soterrada, no requiere de mantenimiento u operación alguna.

#### **4.3.1.1.3 Fase 1: Abandono**

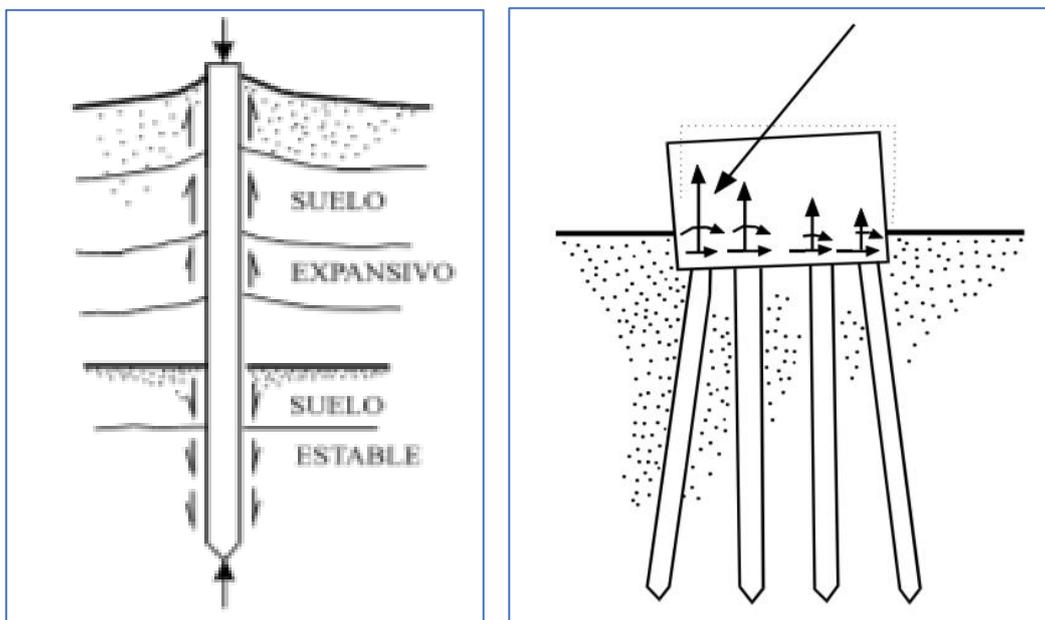
Esta alternativa de cimentación al estar compuesta en su totalidad de “materiales inertes” no prevé que una vez la misma deje atrás su vida útil genere un impacto negativo en el terreno de intervención.

#### 4.3.2 Alternativa de cimentación profunda con pilotes hincados

Debido a la calidad del suelo presente se plantea la idea del uso de pilotes que permitan llegar a una mayor profundidad a una calidad de suelo más estable, esta alternativa involucra el uso especial de maquinaria que permita instalar los pilotes a una profundidad indicada. Esta metodología tiene mayor invasión en el terreno por lo que su impacto es mayor, es importante considerar que esta alternativa requiere la remover las piedras de gran tamaño ubicadas debajo del suelo que permitan el libre acceso de los pilotes, por lo que se debe considerar la deforestación por ingreso de maquinaria y el impacto por movimiento de tierras.

**Figura 4.3** Casos de empleo y mecanismo de los pilotes hincados

**Fuente: (Hurtado, 2007)**



Se representa de manera gráfica a través de la figura 32 el mecanismo por el cual, el pilote sirve como elemento transmisor de cargas a terrenos que superan los superficiales sin capacidad portante, donde la estructura descansa sobre el cimiento mencionado, y debido a la pobre capacidad de carga del terreno, se redirigen estos esfuerzos, colocándolos en estratos interiores, alcanzando grandes profundidades, llegando incluso a generarse un todo general con cuerpos de roca autoportantes con grandes capacidades de respuesta a cargas (Álava Hurtado, 2008).

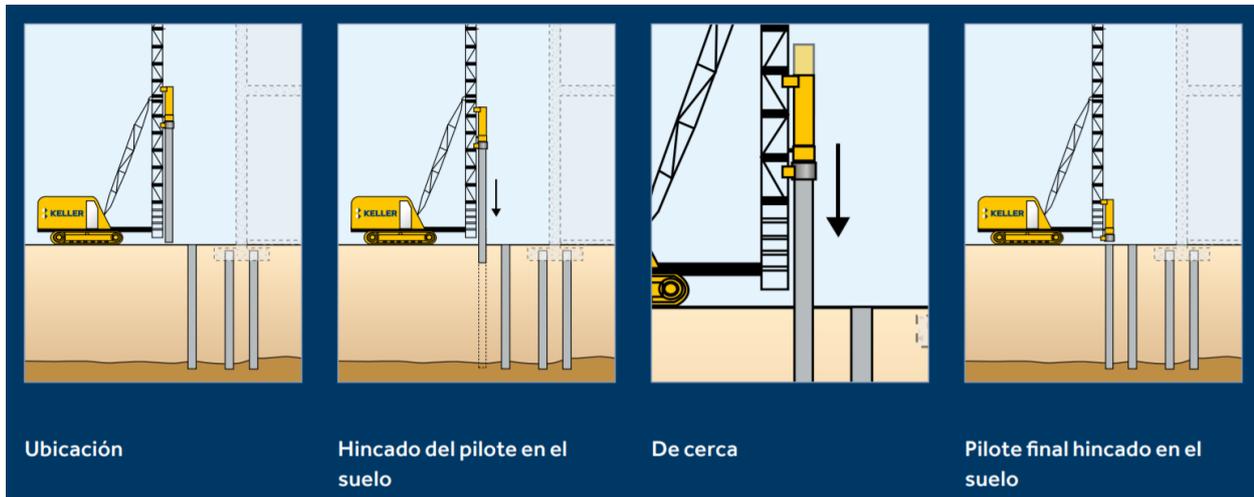
#### ***4.3.2.1.1 Fases de ejecución para la alternativa de construcción de pilotes hincados:***

##### **4.3.2.1.2 Fase 1: Construcción**

La disposición de un pilote hincado se da a través de martillos hidráulicos; el pilote a hincarse en el terreno natural sería prefabricado y se dispondría en las capas interiores de suelo empujándolo con fuerza hacia dentro del terreno de intervención de manera perpendicular. La figura 35 ejemplifica gráficamente este proceso de disposición de un pilote; hay que recalcar que la maquinaria necesaria para generar este proceso está considerada dentro de la categoría de maquinaria pesada de gran envergadura.

**Figura 4.4** Proceso de disposición de pilote hincados en el terreno natural.

**Fuente: (Keller, 2012).**



#### **4.3.2.1.3 Fase 2: Fase de Operación**

Al igual que la fase de operación respecto a zapatas aisladas, este proceso no necesita de fases de mantenimiento para su perseverancia dado que este cimiento está previsto en los niveles interiores del terreno, por ende, no serán visibles conforme el complejo turístico sea puesto en marcha.

#### **4.3.2.1.4 Fase 1: Abandono**

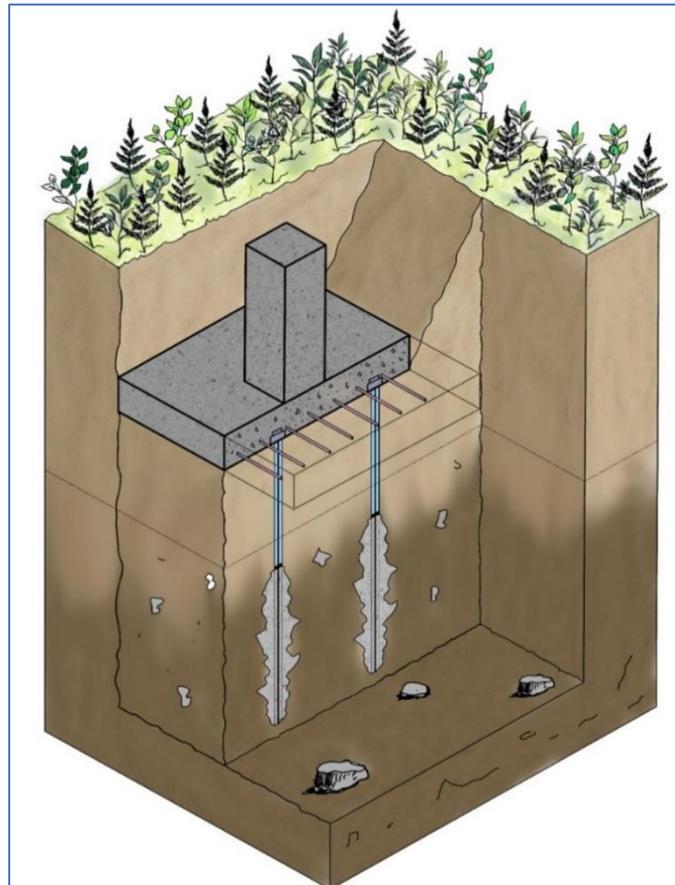
Debido al actuar perpendicular a manera de una barrera longitudinal vertical en profundidad del terreno natural, una vez la super estructura deje de lado su vida útil, los pilotes hincado seguirán sirviendo como una solución de estabilidad del terreno, es decir, que los mismos aún sin soportar las cargas de una edificación seguirá cumpliendo con su propósito estabilizador, y puesto que se conforma de hormigón y acero, materiales inertes, no generaran incidencia en la composición del suelo al paso de los años.

### **4.3.3 Alternativa de cimentaciones apoyadas a través de anclajes continuos inyectados**

El terreno de construcción posee altas pendientes, lo que hace que exista el riesgo de deslizamiento de taludes debido a las cargas que puede ser sometido el suelo, esta solución satisface esta necesidad debido a que el anclaje inyectado se conecta la roca directamente y exponer le cabezal del anclaje para que la cimentación se acentúe sobre ella, esta acción de retracción permite que el suelo se mantenga más cohesivo y a su vez, se eviten los deslizamientos del terreno. El uso de anclajes hace que el terreno sufra una mayor invasión debido a que este debe anclarse a la roca, una vez anclado, es necesario la inyección de agentes químicos que no permitan la oxidación del sistema, estos agentes extraños pueden afectar a las aguas subterráneas del lugar, sin embargo, no afectan a la fauna del lugar.

**Figura 4.5** Representación gráfica general de mecanismo de trabajo para anclajes continuos inyectados

**Fuente: (Gaibor y Haro, 2021).**



**4.3.3.1 Fases de ejecución para la alternativa de cimentación estabilización a través de la disposición de anclajes continuos inyectados:**

#### **4.3.3.1.1 Fase 1: Construcción**

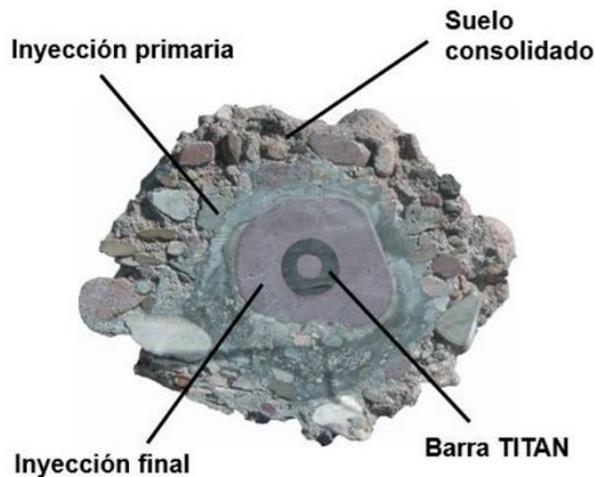
Esta alternativa de construcción se postula como una solución mixta que toma lo mejor de dos soluciones de cimentación y estabilización, respectivamente y las convierte en una sola.

Una vez realizado el proceso de movimiento de tierra en el sitio que dicta el replanteo de la edificación futura y estableciendo el nivel inferior de desplante de la cimentación, esta alternativa se prevé de dos fases bien diferenciadas, las cuales se describirá a continuación:

Primero, la disposición en sitio de los anclajes continuos inyectados, cuyo proceso inicia con la perforación del terreno de intervención, siguen con la colocación de la barra de acero de 25 mm en el interior del cilindro perforado anteriormente y culmina con la inyección de lechada de hormigón y aditivo a presión al interior del cilindro de terreno natural.

**Figura 4.6** Corte vertical y longitudinal de la configuración conformante de un anclaje continuo inyectado.

**Fuente: (Molina, 2020).**



El anclaje continuo inyectado es una alternativa que por si sola brinda nada más soluciones de estabilización de suelos, pero debido a que la finalidad del presente proyecto es diseñar los cimientos portantes de una estructura, la configuración total de la alternativa se complementa en conjunto a las soluciones de cimentación tradicionales.

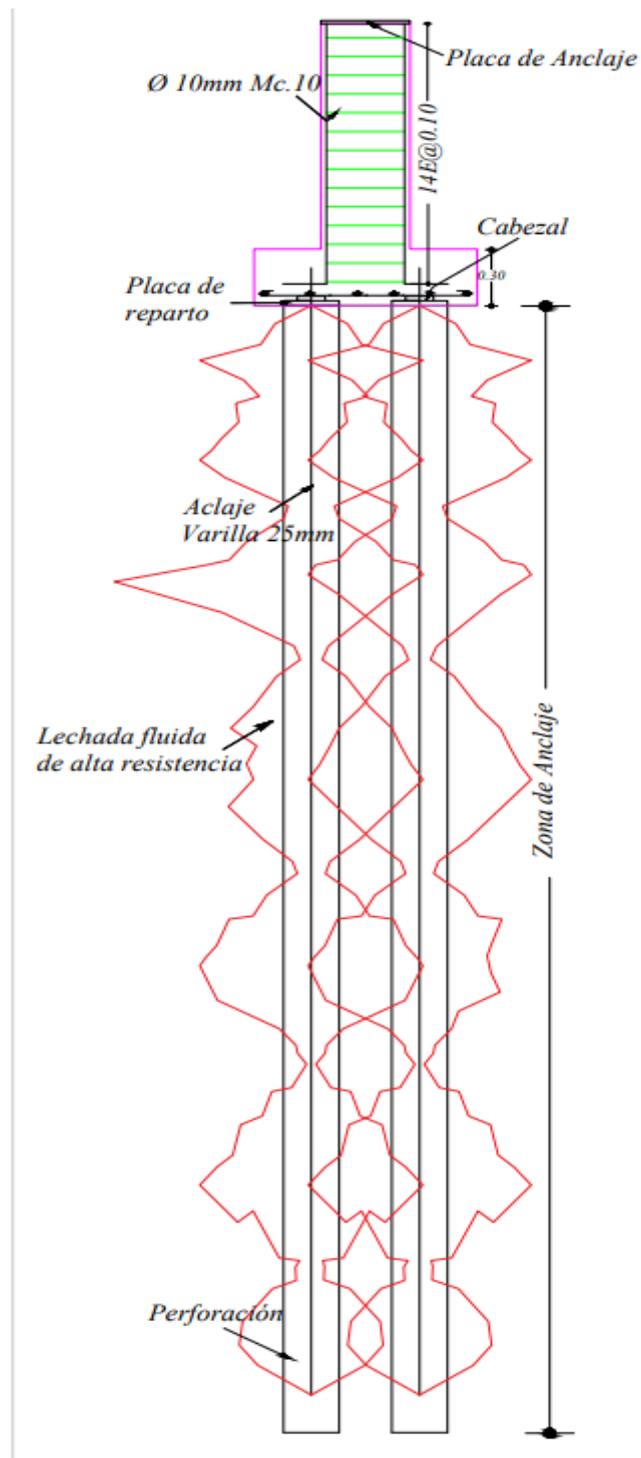
Por lo tanto, el anclaje continuo inyectado crece desde los estrato más débiles del terreno hasta el nivel más bajo del desplante de los cimientos, aquí una parte de la

configuración queda expuesta y la misma servirá como punto de conexión entre el anclaje y el cimiento tradicional.

Finalmente, el diseño y armado del cimiento tradicional fue descrito en la sección 4.3.1.1.1, se sigue el mismo procedimiento constructivo, diferenciando simplemente al momento que el refuerzo de acero inferior tendrá una ligera interacción con la parte externa del anclaje. La figura 39 y 40 presenta un corte longitudinal en una de las configuraciones, cimiento más anclaje.

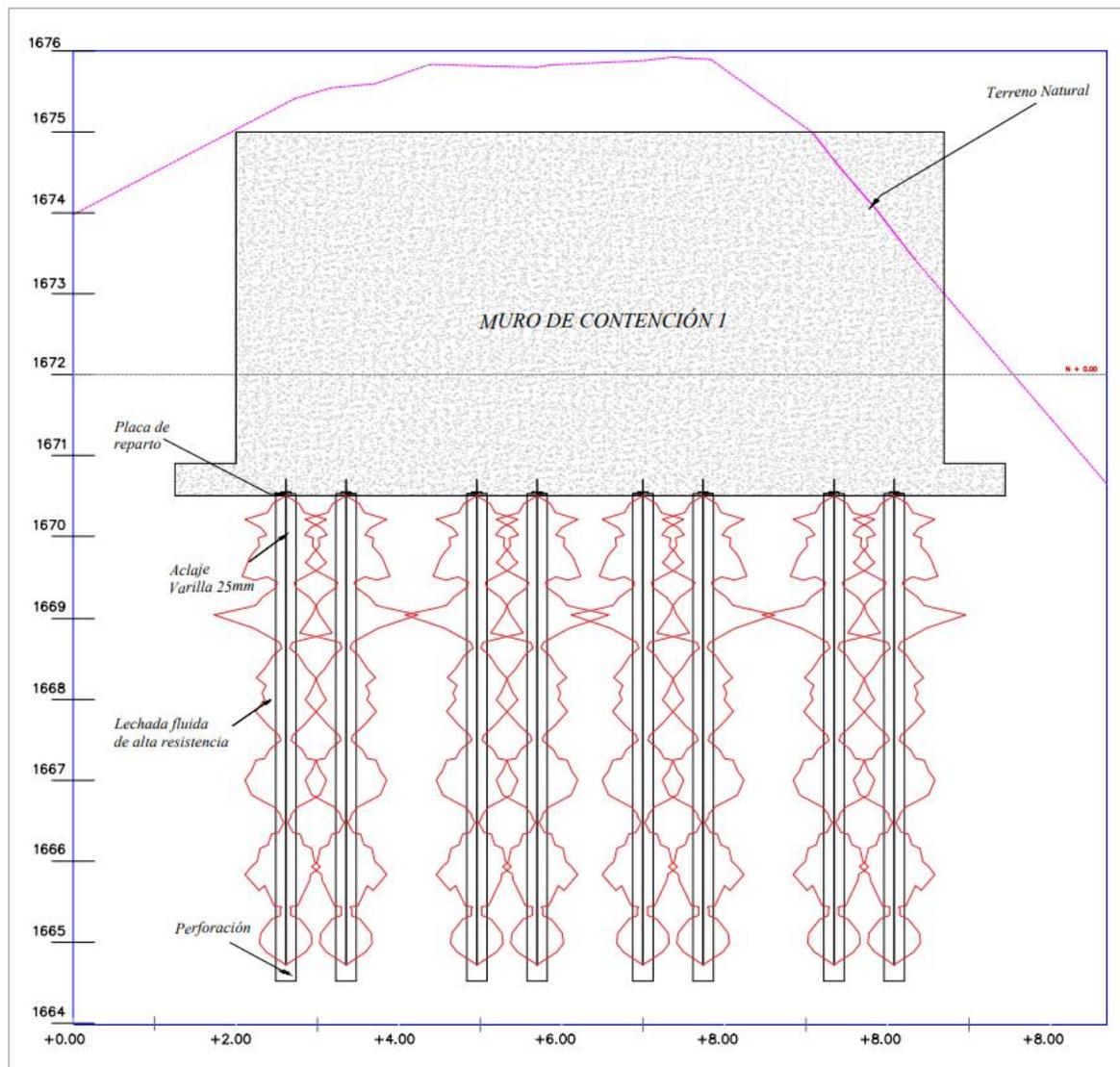
**Figura 4.7** Corte longitudinal de la unión entre una zapata aislada y los anclajes continuos inyectados

**Fuente: (Gaibor y Haro, 2022).**



**Figura 4.8** Corte longitudinal de la unión entre un muro de contención / estructural y los anclajes continuos inyectados

**Fuente: (Gaibor y Haro, 2022)**



#### 4.3.3.1.2 Fase 2: Fase de Operación

Al igual que las alternativas ya descritas, una vez la cimentación haya sido dispuesta en el sitio, estas son imposibles de recibir tratamientos de mantenimiento debido a que las mismas se soterrarán para su posterior empleo.

#### **4.3.3.1.3 Fase 1: Abandono**

Al alternativa de disposición de anclajes continuos inyectados son ampliamente utilizados como mecanismos de estabilización de tierras y en conjunto con la cimentación tradicional forman una solución portante para la super estructura planificada para el complejo turístico en desarrollo, sin embargo al cúlmine de la vida útil de este o al tiempo de su abandono, esta solución perdurará cumpliendo su objetivo estabilizador, incluso, esta solución podría llegar a emplearse con nuevas finalidades, bajo el único requerimiento que las fuerzas actuantes a soportar se encuentre dentro de los límites mínimos previamente analizados. No generará un impacto en el medio, ya que todos los componentes de esta alternativa son materiales inertes que no interactuarán químicamente con el suelo o demás componentes del ecosistema.

### **4.4 Línea base ambiental**

#### **4.4.1 Medio físico**

##### **Suelo**

En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Baños de Agua Santa, se menciona que el terreno del cantón en su mayoría se compone de una capa vegetal y bajo esta se encuentran suelos coluviales, característica que también se evidencia en el terreno de intervención; sin embargo, con base en los estudios físicos realizados por medio de la excavación de calicatas se asegura la presencia de metalavas basálticas y andesitas. No se evidenció alta presencia de aguas subterráneas que ocasione debilidad portante en la roca. Debido a las altas pendientes del terreno, y la primera capa del estrato las posibilidades la solución a postularse se basa en el precepto de control de volcamientos o deslaves de taludes.

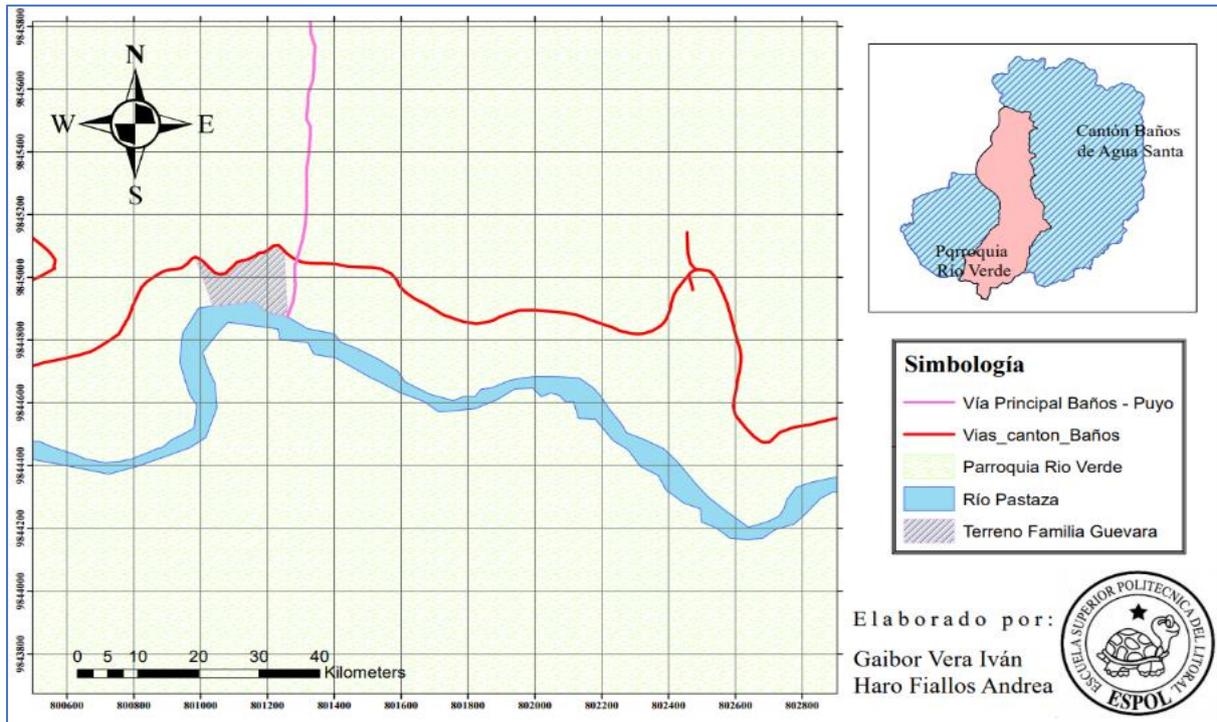
**Figura 4.9** Plataforma de apoyo general de edificación.

**Fuente: (Gaibor y Haro, 2021).**



**Figura 4.10** Ubicación geográfica del terreno de intervención.

**Fuente: (Gaibor y Haro, 2021)**



**Figura 4.11** Tomas aéreas que denotan el estado actual del terreno de intervención.

**Fuente: (Gaibor y Haro, 2021).**



### **Aire**

Es importante considerar que la zona en cuestión tiene una gran capa de vegetación y poco impacto de actividades humanas, sin embargo, a pocos kilómetros se ubica el casco urbano de la parroquia Rio Verde. El aire de la zona no presenta mayores afecciones debido a la densa vegetación del sitio y los alrededores.

### **Agua**

Como se evidencia la figura 38 el limitante sur del terreno de intervención es el Río Pastaza, y la geografía del terreno dan fe de la presencia de zonas filtrantes o conductoras de cuerpos de agua. Sin embargo, con base en la observación aplicada en el reconocimiento del terreno se concluye que aún al evidenciar este tipo de accidentes

propios de presencia de agua, el terreno no posee niveles freáticos altos que podrían llegar a generar complicaciones al diseñar la cimentación de una edificación.

#### **4.4.2 Medio biótico**

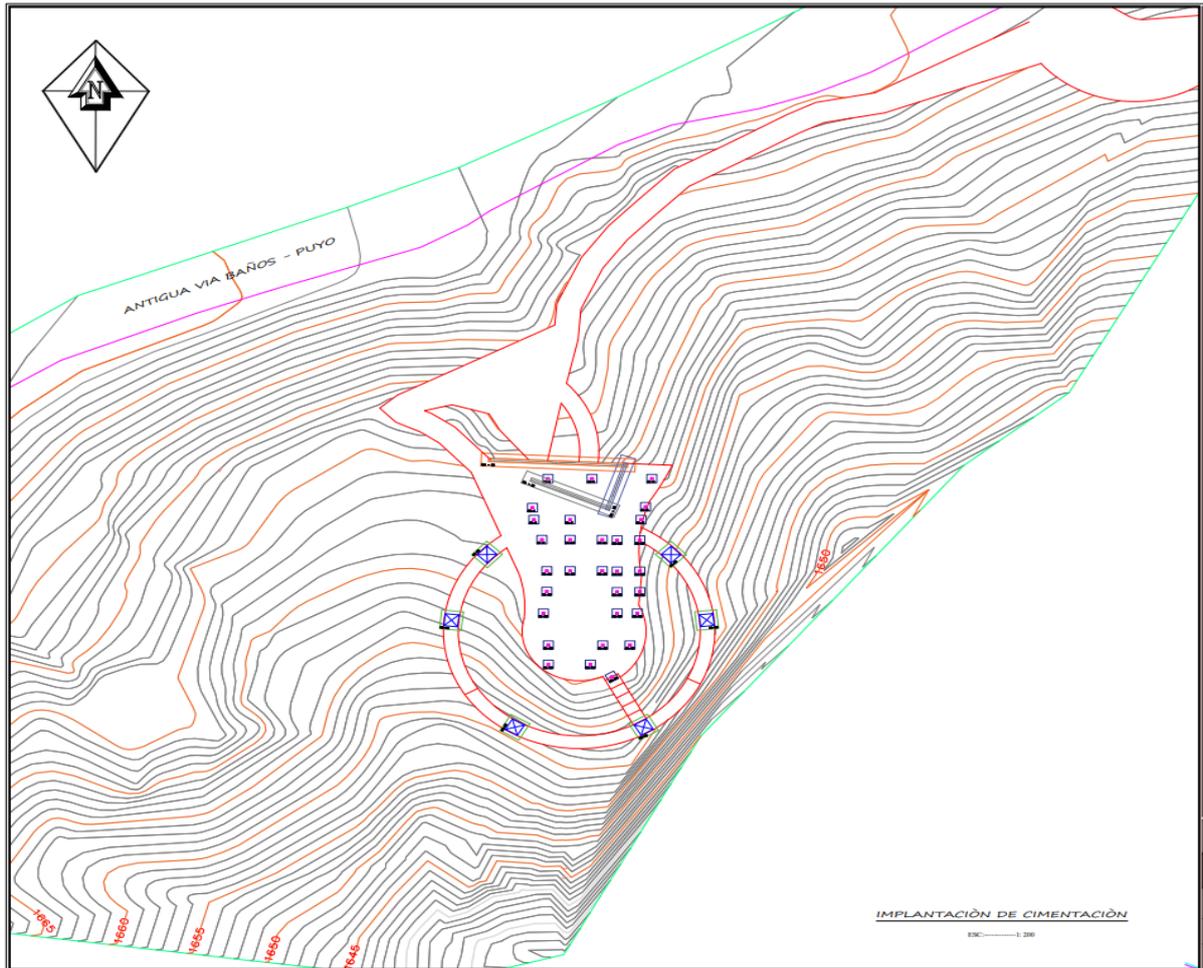
##### **4.4.2.1 Flora y Fauna**

La parroquia Rio Verde, es una zona rica en vegetación y fauna, hasta la actualidad, según la página del GAD parroquial, se han descubierto 195 especies vegetales, 242 especies de aves y 93 tipos de anfibios, de los cuales un cierto porcentaje fueron avistadas dentro y en los alrededores del terreno de intervención. El área de influencia del proyecto tiene una alta significancia ecosistémica, ya que al momento no se encuentra afectado por actividades humanas significativas; solo con trabajos pequeños como los estudios realizados de suelo o levantamientos topográficos para el conocimiento del terreno.

El área de cobertura vegetal a retirarse es de más de 800 m<sup>2</sup> solamente en la fase de apertura de accesos, tal y como evidencia en la figura 40 que representa la implantación del proyecto en la topografía.

**Figura 4.11** Implantación del proyecto de construcción.

**Fuente: (Gaibor y Haro, 2021).**



### 4.4.3 Medio Social

#### 4.4.3.1 Actividades Económicas

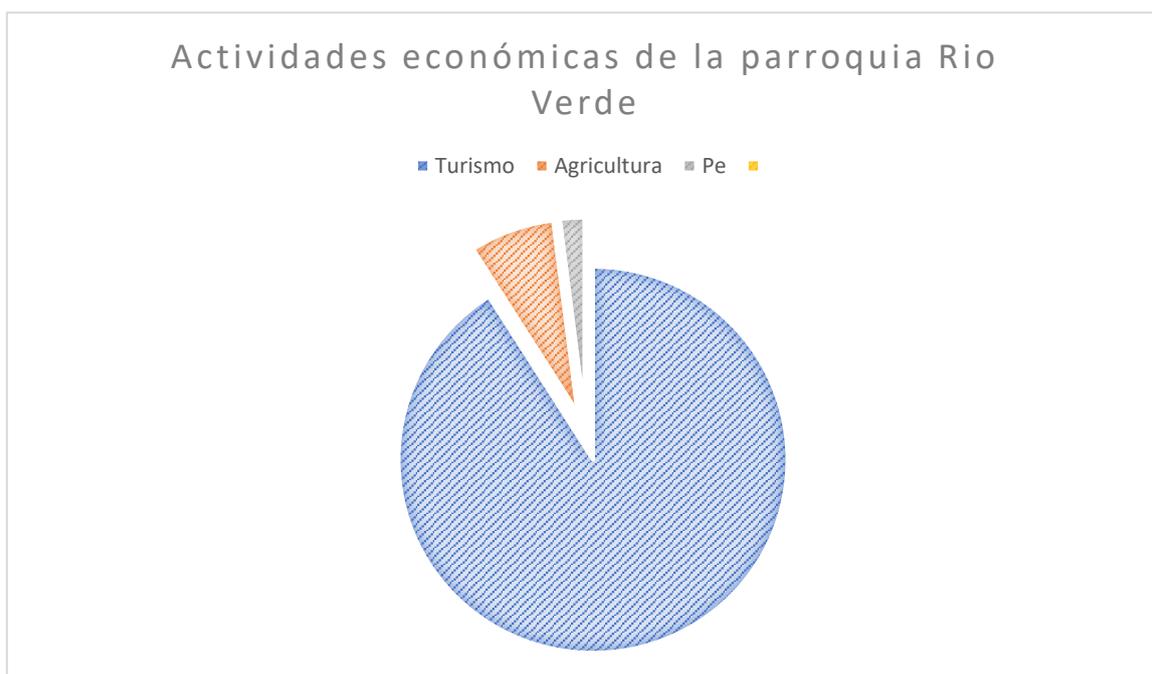
La parroquia Rio Verde se localiza en km 55, vía a la ciudad del Puyo; el acceso a la misma hace no más de 18 años era considerado como un tema con un trasfondo de riegos e inseguridad debido a la localización de las vías, por este motivo los moradores de la localidad basaban sus actividades de comercio netamente en la agricultura.

La ubicación de Río Verde le brinda gozar de la presencia de atractivos naturales, que atraen a miles de turistas de manera semanal a la parroquia, es por esto, que la matriz productiva cambió y ahora los habitantes de la localidad toman a las actividades de comercio turístico como su principal fuente de ingreso.

La figura 41, describe de manera gráfica el porcentaje de habitantes que subsisten gracias a turismo, frente al resto de actividades económicas presentes en la zona.

**Figura 4.12** Actividades económicas presentes en la parroquia Río Verde.

**Fuente:** (GAD Parroquial Río Verde, 2021).



#### 4.5 Identificación de factores e impactos ambientales

Una vez identificado los medios, los cuales serán social, biótico y físico que se verán involucrados en la ejecución del proyecto, también se establece los distintos factores a los cuales estos anteriores están ligados, finalmente es necesario establecer los diferentes impactos a los cuales estos factores estarán ligados.

A continuación, se presenta un matriz que expresa la relación entre medio y la afección provocada en el proceso de construcción de las alternativas de estabilización y cimentación.

**Tabla 4.1** Factores e impactos.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2021]**

<b>Social</b>	<b>Humano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afecciones a la salud de las vías respiratorias.</li> <li>• Afecciones sonoras para las personas presentes en obra.</li> <li>• Modificación de los niveles de ruido.</li> </ul>
	<b>Económico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apertura de fuentes de trabajo.</li> <li>• Interrupción parcial de vías de comercio por trabajos de construcción.</li> </ul>
	<b>Social</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento de la calidad de vida.</li> <li>• Generalización de empleos locales y dinamización de la economía.</li> </ul>
<b>Físico</b>	<b>Agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación de cuerpos de agua cercanos.</li> </ul>
	<b>Aire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daños a las características Físicoquímicas del aire.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de partículas de polvo.</li> <li>• Generación de lixiviados.</li> <li>• Emisión de material particulado.</li> </ul>
	<b>Suelo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de desechos sólidos.</li> <li>• Alteración de las características Físicas - Químicas del suelo.</li> </ul>
<b>Biótico</b>	<b>Vegetación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calificación e importancia de los ecosistemas y recursos.</li> </ul>
	<b>Fauna</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectaciones a los animales de la zona.</li> </ul>

#### 4.6 Valoración de impactos ambientales

Para el análisis de impactos ambientales se emplearon “Matrices Conesa – Fernández” sobre cada una de las soluciones explicadas, de esta manera, se establecerá la incidencia de contaminación que cada una de las alternativas provee.

Cabe recalcar que los índices de incidencia ambiental serán establecidos como marcadores cualitativos de impacto en tanto a cada una de las alternativas propuestas con anterioridad.

Para el cálculo de los índices totales de impacto se tomó la metodología y fórmula empleada en la “Evaluación de impacto ambiental” en autoría del Ph.D. Alfonso Garmendia Salvador y otros, la misma que estipula que ningún impacto ambiental puede ser considerado como “neutro”, sino que es necesario establecer un valor positivo o negativo que corresponda a la valoración misma del impacto.

Para la valoración descrita a continuación, Garmendia en el año 2005 define una fórmula, la misma que toma en cuenta diversos impactos generalizados para el cálculo de impacto ambiental de una actividad específica:

$$IM = \pm(A + E + IN + P + RV + RC) \quad (4.1)$$

**(Garmendia y otros, 2005)**

En donde, cada símbolo representa una afectación. En la tabla 21 se representan las características y la valoración cualitativa simple arraigada a la misma.

Las afectaciones para tomarse en cuenta en esta metodología son:

- **Signo**

**Positivo:** ocurre cuando es admitido por la comunidad técnica y científica y a su vez por la población donde ocurre el mismo.

**Negativo:** es relacionado cuando ocurre pérdida o declive en el valor paisajístico, estético o naturalístico, generalmente están ligados a la contaminación en el desarrollo de un proyecto.

- **Acumulación (A)**

**Efecto simple:** sucede cuando este solo es aplicable sobre un componente ambiental o que sus repercusiones son individuales para este componente.

**Efecto acumulativo:** sucede cuando un evento sucede continuamente y la gravedad de este incrementa, ocurre cuando no existe una medida o mecanismo de mitigación que impida la prolongación del evento.

**Efecto sinérgico:** sucede cuando el efecto es simultáneo con varios agentes, su valoración ambiental es de mayor interés que los efectos individuales, de no ser controlado, a través del tiempo este se desarrolla y aparecen nuevos agentes.

- **Intensidad (In)**

Se lo denomina el grado de destrucción ligada al factor ambiental, se lo divide en tres niveles dependiendo de la intensidad del factor; total, si el factor se destruye completamente, notable, si es elevada, media y mínima si es muy pequeña o imperceptible.

- **Extensión (Ex)**

Se relaciona con la medida de la superficie sobre la cual actúa el impacto, esta podrá ser puntual, local, parcial o extensiva. Cuando el impacto genera cambios por debajo de la superficie será considerado como crítico.

- **Reversibilidad (Rv)**

Consiste en los procesos propios de la naturaleza que se desarrollen en medio plazo a partir del cese de las acciones en el medio. Se lo divide en:

**Efecto reversible:** ocurre cuando los procesos naturales del entorno asimilan la actividad en un plazo medible.

**Efecto recuperable:** ocurre cuando la alteración del entorno puede repararse por medio de la acción natural o por acción humana, o que esta pueda ser reemplazable.

**Efecto irreversible:** ocurre cuando el factor ha afectado el entorno y no se pueden tomar acciones para recuperar o reparar la zona.

#### - **Recuperabilidad (Rc)**

**Efecto recuperable:** la alteración del entorno puede mitigarse a través de la acción natural o humana, o a su vez, que esta sea recuperable.

**Efecto irrecuperable:** la alteración del entorno es permanente, y la zona no puede recuperarse por acción natural o humana.

#### **Persistencia**

**Efecto permanente:** la alteración es indefinida o continua conforme avanza el tiempo de los factores predominantes en la zona.

**Efecto temporal:** la alteración ocurre durante determinado periodo, esta puede ser estimada con propósitos de un plan de actividades ambientales.

**Tabla 4.2** Impactos y valores cualitativos simples asignados.

**Fuente:** [Garmendia y otros, 2005]

<b>Valoración Cualitativa I</b>			
<b>Signo</b>		<b>Acumulación (A)</b>	
Impacto beneficioso	+	Simple	1
Impacto Perjudicial	-	Acumulativo	3
		Sinérgico	5
<b>Extensión (E)</b>		<b>Intensidad (In)</b>	
<b>Área de Influencia</b>		<b>Grado de Destrucción</b>	
Puntual	1	Baja	1
Parcial	2	Media	4
Extenso	3	Alta	8
<b>Persistencia (P)</b>		<b>Reversibilidad (Rv)</b>	
<b>Permanencia del efecto</b>		<b>Medios Naturales</b>	
Temporal	1	Reversible	1
Permanente	3	Irreversible	3
<b>Recuperabilidad (Rc)</b>			
<b>Medios Humanos</b>			
Recuperable		1	
Irrecuperable		3	

#### 4.6.1 Análisis “causa – efecto” para alternativa de cimentación superficial.

Cómo se denotó en la 4.3.1.1, esta alternativa no posee incidencia en la fase de operación ni abandono de obra, por tanto, las subactividades actuantes durante el desarrollo de esta se centrarán solamente en la general de fase constructiva, siendo estas, la apertura de vías de acceso, excavación para la disposición del cimientó, preparación del armado de acero, encofrado para hormigón y fundición de las zapatas aisladas.

Aplicando la fórmula 4.1 se calcula el índice de impacto ambiental de cada subactividad. A manera de ejemplo se toma el desbosque de terreno, resultando los siguientes índices:

$$\text{Sigo} = -1$$

$$\text{Acumulación (A)} = 5$$

$$\text{Extensión (E)} = 3$$

$$\text{Intensidad (In)} = 8$$

$$\text{Resistencia (P)} = 3$$

$$\text{Reversibilidad (Rv)} = 1$$

$$\text{Recuperabilidad (Rc)} = 1$$

$$IM = \pm(A + E + IN + P + RV + RC)$$

$$IM = -(5 + 3 + 8 + 3 + 1 + 1)$$

$$IM = -21$$

Este valor -21 no transmite mucha información ya que no se conoce una valor máximo o mínimo, por esto es necesario normalizar el resultado. El valor máximo que la fórmula puede arrojar es 25 y el mínimo es 6 (Garmendia y otros, 2005).

Por tanto, se emplea la fórmula normalizada:

$$I_{mn} = -\left(\frac{|IM| - \text{Mínimo}}{\text{Máximo} - \text{Mínimo}}\right) \quad (4.2)$$

**(Garmendia y otros, 2005)**

$$I_{mn} = -\left(\frac{21 - 6}{25 - 6}\right) = 0.78$$

0.5 es tomado como un valor promedio de impacto ambiental, por lo tanto, el valor de 0.78 obtenido denota un alto impacto generado por el desbosque de terreno en el ecosistema del terreno a intervenir.

Este proceso se realiza para cada una de las subactividades involucradas en la alternativa, y los valores se resumen en la tabla 22.

## Análisis “causa – efecto” para alternativa de cimentación superficial simple.

En este apartado se aplica el proceso descrito en la sección 6.4.1 y se resumen los valores en la tabla 22.

**Tabla 4.3** Actividades y valores cualitativos de impacto ambiental.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2022]**

Fase	Actividad	Subactividad	Factor Ambiental	Impacto Ambiental	Características						Impacto Ambiental	Valor Normalizado	
					Signo	Acumulación	Extensión	Intensidad	Persistencia	Reversibilidad			Recuperabilidad
FASE DE CONSTRUCCIÓN	Limpieza de la cobertura vegetal del terreno.	Desbosque de terreno	Flora y fauna	Afectación de hábitad de especies propias del sitio	-1	5	3	8	3	1	1	-21	0.79
	Excavación de terreno	Apertura de vías para ingreso de maquinaria	Suelo	Alteración física de suelos	-1	3	2	4	3	1	1	-14	0.42
		Excavación de terrosos para los huecos de zapatas	Suelo	Remoción de suelos	-1	3	2	4	3	1	1	-14	0.42
	Preparación de acero de refuerzo	Cortado y doblado de varillas	Ruido	Auyentado de aves por el ruido generado por cortes de acero	-1	1	1	1	1	1	1	-6	0.00
	Disposición de refuerzo en sitio	Movimiento del acero preparado hacia la ubicación de las zapatas.	Humano	Esfuerzo humano para el movimiento de estructuras pesadas	-1	1	1	1	1	3	1	-8	0.11
	Armado de encofrado de zapatas	Preparación y armado de encofrado en sitio	Humano	Afectaciones por la trasportacion de materiales de encofrado	-1	1	1	1	1	3	1	-8	0.11
	Fundición de cimientos aislados.	Vertido de hormigón dentro de moldes de zapata, con acero estructural al interior	Humano	Peligro de intoxicación con los químicos utilizados en la preparación de hormigón en sitio.	-1	1	1	1	3	3	3	-12	0.32
<b>TOTAL PROMEDIO</b>											-11.86	0.31	

#### 4.6.2 Análisis “causa – efecto” de la alternativa: Disposición de pilotes hincados.

En este apartado se aplica el proceso descrito en la sección 6.4.1 y se resumen los valores en la tabla 23.

**Tabla 4.4** Actividades y valores cualitativos de impacto ambiental.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2022]**

Fase	Actividad	Subactividad	Factor Ambiental	Impacto Ambiental	Características						Impacto Ambiental	Valor Normalizado	
					Signo	Acumulación	Extensión	Intensidad	Persistencia	Reversibilidad			Recuperabilidad
FASE DE CONSTRUCCIÓN	Limpieza de la cobertura vegetal del terreno.	Desbosque de terreno	Flora y fauna	Afectación de hábitad de especies propias del sitio	-1	5	3	8	3	1	1	-21	0.79
	Excavación de terreno	Apertura de vías para ingreso de maquinaria	Suelo	Alteración física de suelos	-1	3	2	4	3	1	1	-14	0.42
		Posicionamiento de gruas y maquinaria de hincado de pilotes	Humano	Interferencia de sitios constructivos pero necesarios para la disposición de maquinaria.	-1	3	1	1	1	1	1	-8	0.11
	Movimiento de pilotes pre fabricados al sitio	Disposición de gruas para el movimiento de los pilotes	Humano	Peligro de caídas de maquinaria y operadores	-1	3	2	1	3	3	3	-15	0.47
	Disposición de pilotes a compresión en el terreno	Hincado de pilotes por medio de golpes continuos con la maquinaria.	Flora y fauna	Migración de especies	-1	5	1	8	3	3	3	-23	0.89
<b>TOTAL PROMEDIO</b>											-11.57	0.29	

### 4.6.3 Análisis “causa – efecto” de la alternativa: Cimentación superficial sujetas a anclajes continuos inyectados.

En este apartado se aplica el proceso descrito en la sección 6.4.1 y se resumen los valores en la tabla 24.

**Tabla 4.5** Actividades y valores cualitativos de impacto ambiental.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2022]**

Fase	Actividad	Subactividad	Factor Ambiental	Impacto Ambiental	Características						Impacto Ambiental	Valor Normalizado	
					Signo	Acumulación	Extensión	Intensidad	Persistencia	Reversibilidad			Recuperabilidad
FASE DE CONSTRUCCIÓN	Limpieza de la cobertura vegetal del terreno.	Desbosque de terreno	Flora y fauna	Afectación de hábitad de especies propias del sitio	-1	5	3	8	3	1	1	-21	0.79
	Excavación de terreno	Apertura de vías para ingreso de maquinaria	Suelo	Alteración física de suelos	-1	3	2	4	3	1	1	-14	0.42
		Excavación de terreoos para los huecos de zapatas	Suelo	Remoción de suelos	-1	3	2	4	3	1	1	-14	0.42
	Instalación de anclajes continuos inyectados	Perforación de terreno	Flora y fauna	Migración de especies	-1	5	3	4	3	3	3	-21	0.79
		Insercción de varilla de 25mm	Humano	Peligro de accidentes humanos en la operación de maquinaria.	-1	3	2	4	3	3	3	-18	0.63
		Inyección de lechada en el orificio de anclaje	Suelo	Filtración de lechada por capilaridad	-1	5	2	4	3	3	3	-20	0.74
	Preparación de acero de refuerzo	Cortado y doblado de varillas	Ruido	Auyentado de aves por el ruido generado por cortes de acero	-1	1	1	1	1	1	1	-6	0.00
	Disposición de refuerzo en sitio	Movimiento del acero preparado hacia la ubicación de las zapatas.	Humano	Esfuerzo humano para el movimiento de estructuras pesadas	-1	1	1	1	1	3	1	-8	0.11
	Armado de encofrado de zapatas	Preparación y armado de encofrado en sitio	Humano	Afectaciones por la trasportación de materiales de encofrado	-1	1	1	1	1	3	1	-8	0.11
Fundición de cimientos aislados.	Vertido de hormigón dentro de moldes de zapata, con acero estructural al interior	Humano	Peligro de intoxicación con los químicos utilizados en la preparación de hormigón en sitio.	-1	1	1	1	3	3	3	-12	0.32	
<b>TOTAL PROMEDIO</b>											-20.29	0.75	

#### **4.7 Análisis de resultados**

La alternativa uno y dos, denotan valores promedio de impacto ambiental normalizados muy similares y a pesar de tener entre sus características de impacto la presencia de valores muy altos, los mismos se ven mitigados con actividades que generan muy poco o nulo impacto ambiental, de hecho, los valores de 0.31 y 0.29, para las alternativas 1 y 2 se encuentran bastante alejados de la media que da fe de un impacto no arraigado a lo negativo en tanto de la ejecución de obra.

La alternativa tres resulta con un valor de 0.75, bastante alto en relación con el valor medio de impacto ambiental, el mismo que puede adjudicarse a la presencia de altos valores en los procesos más invasivos, pero también se visualizan actividades con valores normales o cercanos a cero, que dan fe de la poca incidencia que este tiene en el ecosistema del terreno de intervención. Finalmente, esta alternativa posee mayor número de subactividades, ampliando la gama de fluctuaciones en tanto a un valor medio de afectación.

Cabe recalcar que al basar el análisis en los valores resultantes de la sumatoria general de impactos producidos por cada una de las alternativas, todos estos resultan en valores negativos que son, -83, -81 y -142, respectivamente para los casos uno, dos y tres. Un valor negativo referente a impactos ambientales detona daños y afección, así pues, la alternativa 3 finaliza como la que más afección genera al momento de su construcción.

Sin embargo, el presente proyecto, aún bajo la visualización de impacto ambiental, empleará la alternativa tres como procesos de estabilización y cimientos, ya que este cumple con todos los requisitos y estabilizadores requeridos por el suelo y la estructura.

#### 4.8 Medidas de prevención/mitigación

Tomando en cuenta el análisis para cada una de las alternativas propuestas en este trabajo, se postulan diferentes medidas de manejo ambiental referentes a la tercera alternativa, que se estipulan bajo la metodología 5w + 2H.

Esta metodología permite mejorar la administración de respuestas ante riesgos, este contiene pasos, responsabilidad y tiempo de duración. Su nombre se debe a que responde 5 preguntas que en inglés inician con W y dos con H, la traducción de estas preguntas es “que”, “como”, “por qué”, “quien”, “cuando”, “donde” y “cuánto”, para el completo desarrollo del elemento a analizar.

**Tabla 4.6** Plan de manejo ambiental en base a la metodología 5W+2H.

**Fuente: [Gaibor y Haro, 2022]**

#	Medida	Impacto a minimizar	Responsable	Momento	Ubicación	Actividades y Recursos	Presupuesto
1	Mantener el contorno de obra húmedo.	Esparcimiento de material hacia la vía principal límite del terreno.	Operadores y ayudantes de maquinaria	Apertura de vías de acceso	Al ingreso del terreno de intervención	Agua	\$ 100.00
2	Encofrado de taludes de corte	Derrumbes de terreno natural provocado por las altas pendientes de trabajo	Abañiles y oficiales de obra	Excavación de ubicaciones de zapatas y anclajes	Cada punto de apoyo de la estructura	Encofrado y clavos	\$ 1,192.96
3	Empleo de aditivos ecoamigables en la mezcla de lechada para disposición de anclajes	Afectación en las propiedades químicas del suelo	Inyectores de lechada en anclajes	Posterior a la disposición de la varilla de 25mm dentro del oficio de anclaje.	En cada ubicación de acilajes continuos inyectados	Aditivos para lechada ecoamigables	\$ 700.00
4	Aumento en la densidad de lechada de hormigón	Infiltración por capilaridad del material en el suelo profundo	Inyectores de lechada en anclajes	Previa a la inyección de la lechada en anclajes	En cada ubicación de acilajes continuos inyectados	Mayor cantidad de material aglutinante en la lechada	\$ 350.00
5	Reunir semanal mente los desechos para desalojarlos en un lugar específico	Contaminación por pérdida de desechos en el sector	Operadore de maquinaria y maestro de obra	Toda la extensión temporal de oba	Extensión completa de obra	Maquinaria pesada de carga	\$ 250.00

#### **4.9 Conclusiones**

- Cada una de las alternativas de cimiento y estabilización fueron analizadas y se evidencia, que todas, aunque en diferentes medidas poseen una cierta afectación en tanto al medio ambiental del terreno de intervención.
- Toda intervención en el terreno de tema de estudio provocará una afección debido a que el mismo no presenta actividades más allá de las propias actuantes por su ecosistema, por ende, aun cuando las alternativas presenten bajos valores de afección, es necesario y mandatorio se planteen medidas de mitigación que ayuden al entorno a sobrellevar los cambios abruptos a sufrir por la implantación de una obra civil.
- Debido a que el proceso de construcción se postula como invasivo, todas las medidas a tomarse serán en pro de sobre llevar y minimizar el impacto que la subactividad genere en el terreno a intervenir.
- La diferencia de valores promedio de impacto ambiental producidos por cada una de las alternativas de cimentación y estabilización nos permite denotar a brevedad que la más optima desde el plano ambiental, es la que consiste en construir cimentaciones superficiales aisladas; sin embargo, esta, al no cumplir con todas las solicitudes estructurales del proyecto es desechada, tomando en su lugar aquella a la que se adjudica el valor más alto de impacto ambiental, sin embargo, se propone un plan que mitigará cada una de las subactividades más dañinas para el ecosistema de intervención de la alternativa seleccionada.

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

1. Luego de haber revisado los datos del proyecto, y las necesidades que debían ser satisfechas para el correcto funcionamiento de la estructura, se determinó que la propuesta que cumplía con todas las especificaciones de diseño es la de estabilizar taludes mediante la ayuda de anclajes continuos inyectados que servirán como unión a la roca profunda y estable con los plintos de la cimentación.
2. Se destaca la importancia de aplicar el diseño sugerido en esta tesis debido a las características geotécnicas del terreno, tales como el tipo de suelo y alta probabilidad de deslizamientos de taludes, a su vez, también se favorece al factor socioeconómico de la zona, debido a las plazas laborales que será ofertado mediante el proceso constructivo y posteriormente, el funcionamiento de la edificación.
3. El diseño de la cimentación diseñada cuenta con la implementación de 96 anclajes inyectados que servirán para 30 plintos de 1 m<sup>2</sup> que rendirá servicio al restaurante, y 6 plintos de 2.1 m<sup>2</sup> que servirá al puente, además, se diseñó tres muros de contenciones que eran necesarios para satisfacer el diseño arquitectónico propuesto desde un inicio.
4. Para el diseño propuesto, los plintos fueron diseñados por medio del uso de hojas de cálculos electrónica de MathCAD, mientras que el diseño de muros de contención se realizó con el uso de hojas de cálculo de Microsoft Excel, finalmente, para la verificación de la combinación de anclajes y plintos, se realizó una modelación en el software Galena,

el cual por medio del método de Sarma, corroboró que ante el caso más crítico que el terreno pueda ser sometido, las cimentaciones son capaces de soportar este evento.

5. Mediante el análisis de la evaluación de impacto se determinó que la aplicación de la solución diseñada genera altos daños de contaminación en la zona, en especial a la vegetación por la deforestación que se debe realizar para poder abrir camino en el proceso constructivo e implementación de la infraestructura considerando que actualmente la zona es virgen, el cuerpo hídrico cercano a la zona es virgen, a su vez, el uso de los anclajes continuos inyectados provoca una alta invasión en los suelos con material de hormigón lechado, por lo que, se elaboró medidas de mitigación que permitan disminuir la afección total ocasionada por medio de la reforestación y correcto manejo de desechos.
6. Para el presupuesto de obra se usó los salarios actualizados por la cámara de la construcción. Este presupuesto general no contempla las actividades de un plan de manejo ambiental, pero si considera el rubro para la elaboración de este, a su vez, se consideró el 5% del subtotal para imprevistos. El presupuesto total fue estimado en \$ 160509,57 (ciento sesenta mil quinientos nueve dólares con cincuenta y siete centavos).
7. El cronograma de actividades realizados refleja que el proyecto para su ejecución en obra tiene una duración estimada de un total de 87 días, teniendo como fecha de inicio el 6 de marzo hasta el 5 de julio del presente año, en donde, la actividad de mayor duración es el fraguado de la cimentación.

## **5.2 Recomendaciones**

1. El diseño de esta solución es considerado como innovador debido a que es una metodología diseñada por el Ph. D. Miguel Ángel Chávez, por lo que se recomienda que la inyección de los anclajes sea realizada con personal experimentado en este tipo de proceso constructivo.
2. Se han propuesto medidas de mitigación contra el impacto ambiental que el proyecto generará, sin embargo, debido a la envergadura de la obra, se creó un rubro para que un profesional diseñe y brinde un plan de manejo ambiental en donde se describa las obras necesarias para la mitigación de la contaminación producida.
3. El terreno de la zona tiene gran parte de suelos residuales y piedras de gran tamaño, el cual será sometido a excavaciones y rellenos, siendo este uno de los rubros de mayor cantidad en el presupuesto, debe considerarse que este puede cambiar durante el proceso de construcción debido a que el material que se puede encontrar puede ser difícil de extraer.
4. Se recomienda que las excavaciones y movimientos de tierra se realicen antes del mes de junio, que es el con más intensidad de lluvia y podría dificultar el desarrollo de las actividades.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Álava Hurtado, J. (2008). Cimentaciones Profundas. 37.
- Aragón, E., & Franco, N. V. (1997). Características de rocas para la talla por persecusión y propiedad petrográficas. 6.
- Arguedas Salas, L. (2020). DISEÑO DE CUATRO OBRAS GEOTÉCNICAS. Costa Rica. Obtenido de <http://repositorio.ucr.ac.cr/handle/10669/82474>
- Aristizabal, E., Valencia, Y., Vélez, M., & Echeverrú, O. (2011). CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DE PERFILES DE METEORIZACIÓN DESARROLLADOS SOBRE ROCAS ÍGNEAS EN AMBIENTES TROPICALES. págs. 93-106. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/2929>
- Arroyo, V., & Li, X. (2011). *Impacto de fuerzas de filtración y tubificación retrógrada a la inestabilidad de talud*. Revista digital universitaria.
- Ayala, F. J. (1987). Manual de taludes - Instituto geológico y minero de España.
- Braja, M. D. (2005). *Fundamentos de ingeniería en cimentaciones*. (Séptima. ed.). Distrito Federal de México: Cengage Learning Editores, S.A. doi:987-607-481-823-9
- Casanovas, J. S. (1989). Revista digital del cedex. *Tensión de transparencia y capacidad de carga de anclajes inyectados.*, págs. 72,73. Obtenido de <http://193.145.71.12/index.php/ingenieria-civil/article/view/705>

- Castro Merchán, D. (Junio de 2020). Mejoramientos de subrasantes con roca ignea basalto tomada de la mina San Pedro, Armero Guayabal. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/7770>
- Das, B. (2001). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. México: International Thomson Learning.
- Das, B. M., & Cárdenas León, J. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. México: Cengage Learning.
- GADRV. (2020). *Gobierno Autónomo Descentralizado de Río Verde*.
- GEO. (2015). *GeoStructure*. Obtenido de Slope: [https://www.geostru.com/Help\\_Online\\_2015/Slope/ES/index.html?metodo\\_di\\_sarma\\_1973.htm](https://www.geostru.com/Help_Online_2015/Slope/ES/index.html?metodo_di_sarma_1973.htm)
- Gilberto Zapata, G., & Gabriel, R. G. (2011). BASALTO DE EL BOTÓN, ARCO VOLCÁNICO MIOCENO DE AFINIDAD SHOSHOMÍTICA AL NORTE DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE COLOMBIA. 10-13.
- INEC. (2001). *Censo poblacional nacional*.
- ISO14001. (2015). *Sistemas de gestión ambiental – Requisitos con orientación para su uso*. Organización Internacion de Organización.
- Keller, I. (2012). Pilotes Hincados. *Soluciones geotécnica para la construcción*, 3.
- Lambe T., W., & Whitman, R. (1972). *Mecánica de suelos*. México: Limusa Wiley.

- Liliana del Valle, A., & Gustavo, G. B. (2015). SEDIMENTACION COLUVIAL E INESTABILIDAD DE LADERAS EN LOS ANDES DE TIERRA DEL FUEGO. Obtenido de <http://www.scielo.org.ar/pdf/raga/v72n4/v72n4a03.pdf>
- Lucero Pardo, F., Pachacama Caiza, E., & Rodríguez Montero, W. (2012). Análisis y diseño de muros de contención.
- Magaly, R., Graciano, E., & Jorge, P. (1997). CARACTERIZACIÓN DE LAS SUSTANCIAS HÚMICAS PRESENTES EN MICROAGREGADOS DE SUELOS DE DOS TOPOSECUENCIAS. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Magaly-Ruiz-2/publication/303911806\\_Caracterizacion\\_de\\_las\\_sustancias\\_humicas\\_presentes\\_en\\_microagregados\\_de\\_suelos\\_de\\_dos\\_toposecuencias/links/575cc6c608ae9a9c9557412f/Caracterizacion-de-las-sustancias-humicas-present](https://www.researchgate.net/profile/Magaly-Ruiz-2/publication/303911806_Caracterizacion_de_las_sustancias_humicas_presentes_en_microagregados_de_suelos_de_dos_toposecuencias/links/575cc6c608ae9a9c9557412f/Caracterizacion-de-las-sustancias-humicas-present)
- Matteis, Á. F. (2003). *Geología y Geotécnia: Estabilidad de taludes*. Universidad Nacional de Rosario. doi:<https://doi.org/10.1126/science.1141199>
- Medina G., D., Valladares, R., Pimstein, L., & Esneira, Q. (2011). Mapa de espesores de suelo residual y coluvial. Area metropolitana del municipio Libertador, Mérida - Venezuela.
- Medrano, L. M. (1989). Muros de contención y muros de sótano 2da. Edición. (IMATEC, Ed.)
- MTOP. (2011). *Estudio geológico de diagnóstico y evaluación de estabilización de aludes*. Quito.

- N., B. B., & Antonov, K. K. (1981). *Diseño de estructuras de hormigón armado*. Moscú.
- Perez Moreira, R., Barral Silva, M. T., & Díaz-Fierros Viqueira, F. (1988). Depósitos detríticos de origen periglacial bajo suelo orgánico coluvial en una ladera de Serra da Loba (Galicia. España): caracterización y génesis. Obtenido de <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/6020>
- Pinto Vega, F., & Montoya, J. (2010). Cimentaciones. 34.
- Reimbert, M. (1975). Muros de contención, tratado teórico y práctico. (T. a. S.A., Ed.)
- Sarma, S. (1973). Stability analysis of embankments and slopes.
- Suárez, J. (2009). *Deslizamientos: Análisis Geotécnico. Capítulo 1 - Nomenclatura y Clasificación de los movimientos*.
- Taobada, T., Romero, R., & García, T. (1992). Transformaciones micromorfológicas y mineralógicas en el proceso de meteorización de granodioritas.
- Tellado, M., & Freire, J. (2001). *Interacción del suelo, cimiento y estructura: el caso de las zapatas*.
- Villarreal, G. (2006). *Interacción sísmica suelo-estructura en edificaciones con zapatas aisladas*. Lima, Perú: Asamblea Nacional de Rectores.
- GADRV. (2020). Gobierno Autónomo Descentralizado de Río Verde.
- INEC. (2001). Censo poblacional nacional.

- ISO14001. (2015). Sistemas de gestión ambiental — Requisitos con orientación para su uso. Organización Internacion de Organización.
- Pinto Vega, F., & Montoya, J. (2010). Cimentaciones. 34.
- Garmendia, A.; Salvador, A.; Crespo, C.; Garmendia, L. (2005). Evaluación de Impacto Ambiental. PearsonPrentice Hall: Madrid.
- López V., Luis (2013). Estudio y evaluación de impacto ambiental en Ingeniería Civil. Editorial Club Universitario: Alicante.

## **Anexo 1: Cálculo de la cimentación**

Diseño de la cimentación en restaurante

$$Envolvente1 := 27.49 \text{ tonf} = 244.563 \text{ kN}$$

$$P_{u1} := Envolvente1 = 244.563 \text{ kN}$$

**Asentamiento Máximo Permisible**

$$\delta_{max} := 50 \text{ mm}$$

**Factor de Seguridad**

$$FS := 2$$

**Datos:**

**Cargas presentes en la Cimentación**

$$S_u := 40 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

**Asumiendo suelo de metalava**

$$\gamma_{metalava} := 2 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3}$$

$$f_y := 420 \text{ MPa} = (4.721 \cdot 10^4) \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$\gamma_w := 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_c := 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$f_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = (3.086 \cdot 10^3) \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$Ancho_{columna} := 40 \text{ cm}$$

$$M_{max} := 5.06 \text{ tonf} \cdot \text{m} = 45.016 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$D_f := 1.5 \text{ m}$$

**Cargass de resistencia del suelo**

$$q_{ult} := 5.7 \cdot S_u + D_f \cdot \gamma_{metalava} = 2.055 \text{ MPa}$$

$$q_{adm} := \frac{q_{ult}}{FS} = 1.028 \text{ MPa}$$

$$q_{neto} := q_{adm} - D_f \cdot \gamma_{metalava} = 1.001 \text{ MPa}$$

**DIMENSIONAMIENTO: Zapata interior**

$$Hasumido := 30 \text{ cm}$$

$$Aasumido := 1 \text{ m}^2$$

$$W := Hasumido \cdot Aasumido \cdot \gamma_c = 7.2 \text{ kN}$$

$$R := P_{u1} + W = 251.763 \text{ kN}$$

$$A_{zap\_int} := \frac{P_{u1}}{q_{neto}} = 0.244 \text{ m}^2 \qquad A_{zap\_int} := 1 \text{ m}^2$$

$$L_{zapata\_int} := \sqrt{A_{zap\_int}} = 1 \text{ m} \qquad L_{zapata\_int} := 1 \text{ m}$$

### Cálculo esfuerzos de terreno (qact)

$$q_{act} := \frac{R}{A_{zap\_int}} = 251.763 \text{ kPa}$$

$$Revision\_por\_capacidad := \text{if } q_{act} < q_{neto} \quad \left\| \begin{array}{l} \text{return "Cumple por Capacidad"} \end{array} \right.$$

$$q_{u2} := \frac{R}{L_{zapata\_int}} = 251.763 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

### Cálculo de profundidad "d" de zapata

$$rec := 75 \text{ mm} \qquad D_{varilla\_zapata} := 16 \text{ mm}$$

$$L_{v2} := \frac{L_{zapata\_int} - Ancho_{columna}}{2} = 0.3 \text{ m}$$

$$d_2 := \frac{L_{v2}}{0.85 \cdot 0.17 \cdot \sqrt{f_c \cdot \text{MPa}} \cdot \frac{L_{zapata\_int}}{q_{u2}} + 1} = 74.858 \text{ mm}$$

$$h_{min2} := d_2 + rec + D_{varilla\_zapata} = 165.858 \text{ mm}$$

$$h_2 := 300 \text{ mm}$$

$$d := h_2 - rec = 0.225 \text{ m}$$

$$V_{ud} := q_{u2} \cdot (L_{v2} - d) = 18.882 \text{ kN}$$

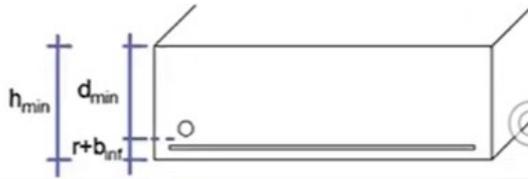
$$\phi V_c := 0.85 \cdot 0.17 \cdot \sqrt{f_c \cdot \text{MPa}} \cdot L_{zapata\_int} \cdot d = 170.369 \text{ kN}$$

```

Revision_por_cortante := if  $V_{ud} < \phi V_c$ 
                        || return "Cumple por cortante"

```

Revision\_por\_cortante = "Cumple por cortante"



## Revisión por aplastamiento

$$P_{u1} = 244.563 \text{ kN}$$

$$B_n := 0.9 \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot \text{Ancho}_{\text{columna}}^2 = 3360.935 \text{ kN}$$

```

Refuerzo_vertical := if  $B_n < P_{u1}$ 
                    || "Necesita refuerzo vertical"
                    else
                    || "No necesita refuerzo vertical"

```

Refuerzo\_vertical = "No necesita refuerzo vertical"

## ANALISIS

$$A_{col} := 0.4 \text{ m} \cdot 0.4 \text{ m} = 0.16 \text{ m}^2$$

$$A_{asumido} = 1 \text{ m}^2$$

$$R_v := \sqrt{\frac{A_{asumido}}{A_{col}}} = 2.5$$

$$\phi := 0.65$$

$$A_{plasCol} := 0.85 \cdot f'_c \cdot \phi = 15.171 \text{ MPa}$$

$$A_{plasZap} := 0.85 \cdot f'_c \cdot \phi \cdot R_v = 37.927 \text{ MPa}$$

## Revisión por punzonamiento

$$q_{u2} = 251.763 \frac{kN}{m}$$

$$b_0 := 2 \cdot \left( L_{zapata\_int} + Ancho_{columna} + \frac{d}{2} \right) + (d + Ancho_{columna}) = 3.65 \text{ m}$$

$$A_0 := b_0 \cdot d = 0.821 \text{ m}^2$$

$$\phi V_c := 0.85 \cdot 0.33 \cdot \sqrt{f_c \cdot MPa} \cdot A_0 = 1207.112 \text{ kN}$$

$$V_{up} := R - q_{u2} \cdot L_{zapata\_int} \cdot \frac{(Ancho_{columna} + h_2)}{m} = 75.529 \text{ kN}$$

$$Revision\_por\_punzonamiento := \text{if } V_{up} < \phi V_c \\ \parallel \text{return "Cumple por punzonamiento"}$$

## Diseño por flexión en ambas direcciones

$$M_{max} = 5.06 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$A_s := 0.85 \cdot f_c \cdot L_{zapata\_int} \cdot \frac{d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_{max}}{0.85 \cdot 0.9 \cdot f_c \cdot L_{zapata\_int} \cdot d^2} \right)} \right) = 5.41 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\_min} := 0.0018 \cdot L_{zapata\_int} \cdot h_{min2} = 298.545 \text{ mm}^2$$

Diametro barra

$$D_{varilla\_zapata} = 16 \text{ mm}$$

$$\#barra := \frac{A_s}{\frac{\pi}{4} \cdot D_{varilla\_zapata}^2} = 2.691 \quad \#barra2 := 12$$

$$A_{total\_zap} := \#barra2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_{varilla\_zapata}^2 = 2412.743 \text{ mm}^2$$

$$Revision\_por\_Asmin := \text{if } A_{s\_min} < A_{total\_zap} \\ \parallel \text{return "Cumple la cantidad de acero"}$$

$$S := \frac{L_{zapata\_int} - rec - D_{varilla\_zapata}}{\#barra2} = 7.575 \text{ cm} \quad S_2 := 7.5 \text{ cm}$$

Longitud de desarrollo de la tracción

$$R_u := 3.89 \text{ MPa}$$

$$db := 16 \text{ mm}$$

$$lb := \left( \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f_c \cdot \text{MPa}}} \right) \cdot db = 0.916 \text{ m}$$

Diseño del dado de cimentación

$$P_{u1} = (2.446 \cdot 10^5) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \quad M_{\max} = (4.502 \cdot 10^4) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} \quad E := 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$$

$$acol := 0.40 \text{ m} \quad bcol := 0.40 \text{ m}$$

$$Ag := acol \cdot bcol = 0.16 \text{ m}^2 \quad \phi := 0.65 \quad \beta := 0.65$$

$$Pn := \frac{P_{u1}}{\phi} = 376.251 \text{ kN}$$

$$Mn := \frac{M_{\max}}{\phi} = 69.255 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$Ast := 0.02 \cdot Ag = 0.003 \text{ m}^2$$

$$\rho := \frac{Ast}{Ag} = 0.02$$

$$Dvar := 16 \text{ mm}$$

$$Avar := \frac{\pi}{4} \cdot Dvar^2 = 2.011 \text{ cm}^2$$

$$Nvar := \frac{Ast}{Avar} = 15.915 \quad Nvarajustado := 16$$

$$Dstri := 10 \text{ mm}$$

$$S_{\text{strib1}} := 16 \cdot Dvar = 0.256 \text{ m}$$

$$S_{\text{strib2}} := 48 \cdot Dstri = 0.48 \text{ m}$$

$$S_{\text{strib3}} := 0.7$$

$$S_{\text{max}} := S_{\text{strib2}} = 0.48 \text{ m}$$

Usar estribos de 10 mm cada 20 cm

$$S_{\text{min}} := \frac{acol - 2(Dvar) - 2(Dstri) - 5(Dvar)}{4} = 6.7 \text{ cm} \quad S_{\text{adaptado}} := 6.5 \text{ cm}$$

Columna 1

$$\text{Envolvente1} := 11.83 \text{ tonf} \cdot 4$$

$$P_{u1} := \text{Envolvente1} = 420.98 \text{ kN}$$

### Asentamiento Máximo Permisible

$$\delta_{max} := 50 \text{ mm}$$

### Factor de Seguridad

$$FS := 2$$

Datos:

### Cargas presentes en la Cimentación

$$S_u := 40 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

### Asumiendo suelo de metalava

$$Y_{metalava} := 2 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3} \quad f_y := 420 \text{ MPa} = (4.721 \cdot 10^4) \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$Y_w := 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad Y_c := 24 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad f_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = (3.086 \cdot 10^3) \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Ancho}_{columna} := 165 \text{ cm} \quad M_{max} := 0.11 \text{ tonf} \cdot \text{m} \cdot 4 = (3.914 \cdot 10^3) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$D_f := 1.5 \text{ m}$$

$$q_{ult} := 5.7 \cdot S_u + D_f \cdot Y_{metalava} = (2.055 \cdot 10^3) \text{ kPa}$$

$$q_{adm} := \frac{q_{ult}}{FS} = 1.028 \text{ MPa}$$

$$q_{neto} := q_{adm} - D_f \cdot Y_{metalava} = 1.001 \text{ MPa}$$

### DIMENSIONAMIENTO: Zapata interior

$$\text{Hasumido} := 30 \text{ cm}$$

$$\text{Aasumido} := 4 \text{ m}^2$$

$$W := \text{Hasumido} \cdot \text{Aasumido} \cdot Y_c = (2.88 \cdot 10^4) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

$$R := P_{u1} + W = 449.78 \text{ kN}$$

Reacción de la zapata interna  
con el suelo

$$A_{zap\_int} := \frac{P_{u1}}{q_{neto}} = 0.421 \text{ m}^2 \quad A_{zap\_int} := 2 \text{ m}^2$$

$$L_{zapata\_int} := \sqrt{A_{zap\_int}} = 1.414 \text{ m}$$

$$L_{zapata\_int} := 2.1 \text{ m}$$

$$Areaadaptada := L_{zapata\_int}^2 = 4.41 \text{ m}^2$$

### Calculo esfuerzos de terreno (qact)

$$q_{act} := \frac{R}{Areaadaptada} = 101.991 \text{ kPa}$$

$$Revision\_por\_capacidad := \text{if } q_{act} < q_{neto} \left\{ \begin{array}{l} \text{return "Cumple por Capacidad"} \end{array} \right.$$

$$q_{u2} := \frac{R}{L_{zapata\_int}} = 214.181 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Esfuerzo ultimo del terreno

### Calculo de profundidad "d" de zapata

$$rec := 75 \text{ mm}$$

$$D_{varilla\_zapata} := 16 \text{ mm}$$

$$L_{v2} := \frac{L_{zapata\_int} - Ancho_{columna}}{2} = 0.225 \text{ m}$$

$$d_2 := \frac{L_{v2}}{0.85 \cdot 0.17 \cdot \sqrt{f_c \cdot \text{MPa}} \cdot \frac{L_{zapata\_int}}{q_{u2}} + 1} = 26.709 \text{ mm}$$

$$h_{min2} := d_2 + rec + D_{varilla\_zapata} = 117.709 \text{ mm}$$

$$h_2 := 300 \text{ mm}$$

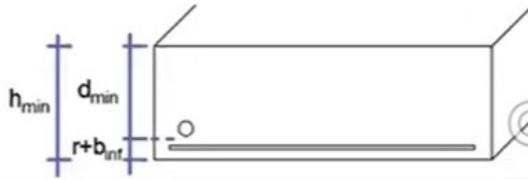
$$d := h_2 - rec = 0.225 \text{ m}$$

$$V_{ud} := q_{u2} \cdot (L_{v2} - d) = 0 \text{ kN}$$

$$\phi V_c := 0.85 \cdot 0.17 \cdot \sqrt{f_c \cdot \text{MPa}} \cdot L_{zapata\_int} \cdot d = 357.774 \text{ kN}$$

$$\text{Revision\_por\_cortante} := \text{if } V_{ud} < \phi V_c \left\| \begin{array}{l} \text{return "Cumple por cortante"} \end{array} \right.$$

$\text{Revision\_por\_cortante} = \text{"Cumple por cortante"}$



### Revisión por aplastamiento

$$P_{u1} = 420.98 \text{ kN}$$

$$B_n := 0.9 \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot \text{Ancho}_{\text{columna}}^2 = 57188.411 \text{ kN}$$

$$\text{Refuerzo\_vertical} := \text{if } B_n < P_{u1} \left\| \begin{array}{l} \text{"Necesita refuerzo vertical"} \\ \text{else} \\ \text{"No necesita refuerzo vertical"} \end{array} \right.$$

$\text{Refuerzo\_vertical} = \text{"No necesita refuerzo vertical"}$

### ANALISIS

$$A_{col} := 1.65 \text{ m} \cdot 1.65 \text{ m} = 2.723 \text{ m}^2$$

$$A_{asumido} = 4 \text{ m}^2$$

$$R_v := \sqrt{\frac{\text{Areaadaptada}}{A_{col}}} = 1.273$$

$$\phi := 0.65$$

$$A_{plasCol} := 0.85 \cdot f'_c \cdot \phi = 15.171 \text{ MPa}$$

$$A_{plasZap} := 0.85 \cdot f'_c \cdot \phi \cdot R_v = 19.308 \text{ MPa}$$

### Revisión por punzonamiento

$$q_{u2} = 214.181 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$b_0 := 2 \cdot \left( L_{zapata\_int} + Ancho_{columna} + \frac{d}{2} \right) + (d + Ancho_{columna}) = 9.6 \text{ m}$$

$$A_0 := b_0 \cdot d$$

$$\phi V_c := 0.85 \cdot 0.33 \cdot \sqrt{f_c \cdot MPa} \cdot A_0 = 3174.87 \text{ kN}$$

$$V_{up} := R - q_{u2} \cdot L_{zapata\_int} \cdot \frac{(Ancho_{columna} + h_2)}{m} = -427.291 \text{ kN}$$

Revision\_por\_punzonamiento := if  $V_{up} < \phi V_c$   
 || return "Cumple por punzonamiento"

### Diseno por flexión en ambas direcciones

$$M_{max} = 0.44 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$A_s := 0.85 \cdot f_c \cdot L_{zapata\_int} \cdot \frac{d}{f_y} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{2 \cdot M_{max}}{0.85 \cdot 0.9 \cdot f_c \cdot L_{zapata\_int} \cdot d^2} \right)} \right) = 0.461 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\_min} := 0.0018 \cdot L_{zapata\_int} \cdot h_2 = 0.001 \text{ m}^2$$

Diametro barra

$$D_{varilla\_zapata} = 16 \text{ mm}$$

$$\#barra := \frac{A_s}{\frac{\pi}{4} \cdot D_{varilla\_zapata}^2} = 0.229 \quad \#barra2 := 20$$

$$A_{total\_zap} := \#barra2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D_{varilla\_zapata}^2 = 4021.239 \text{ mm}^2$$

Revision\_por\_Asmín := if  $A_{s\_min} < A_{total\_zap}$   
 || return "Cumple la cantidad de acero"

$$S := \frac{L_{zapata\_int} - rec - D_{varilla\_zapata}}{\#barra2} = 10.045 \text{ cm} \quad S_2 := 10 \text{ cm}$$

Longitud de desarrollo de la tracción

$$R_u := 5.19 \text{ MPa}$$

$$db := 16 \text{ mm}$$

$$lb := \left( \frac{f_y}{1.4 \cdot \sqrt{f_c \cdot \text{MPa}}} \right) \cdot db = 0.916 \text{ m}$$

Diseño del dado de cimentacion

$$P_{u1} = (4.21 \cdot 10^5) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \quad M_{max} = (3.914 \cdot 10^3) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} \quad E := 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$$

$$acol := 1.6 \text{ m} \quad bcol := 1.65 \text{ m} \quad rec := 2.5 \text{ cm}$$

$$Ag := acol \cdot bcol = 2.64 \text{ m}^2 \quad \phi := 0.65 \quad \beta := 0.65$$

$$Pn := \frac{P_{u1}}{\phi} = (6.477 \cdot 10^5) \text{ N}$$

$$Mn := \frac{M_{max}}{\phi} = (6.022 \cdot 10^3) \text{ m} \cdot \text{N}$$

Considerando una cuantia de 2%

$$Ast := 0.012 \cdot Ag = 0.032 \text{ m}^2$$

$$Dvar := 22 \text{ mm}$$

$$Avar := \frac{\pi}{4} \cdot Dvar^2 = 3.801 \text{ cm}^2$$

$$Nvar := \frac{Ast}{Avar} = 83.339 \quad Nvarajustado := 84$$

$$Dstri := 10 \text{ mm}$$

$$S\_strib1 := 16 \cdot Dvar = 0.352 \text{ m}$$

$$S\_strib2 := 48 \cdot Dstri = 0.48 \text{ m}$$

$$S\_strib3 := 0.7$$

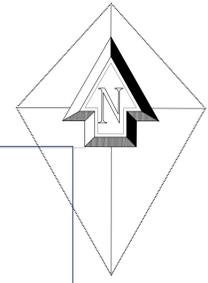
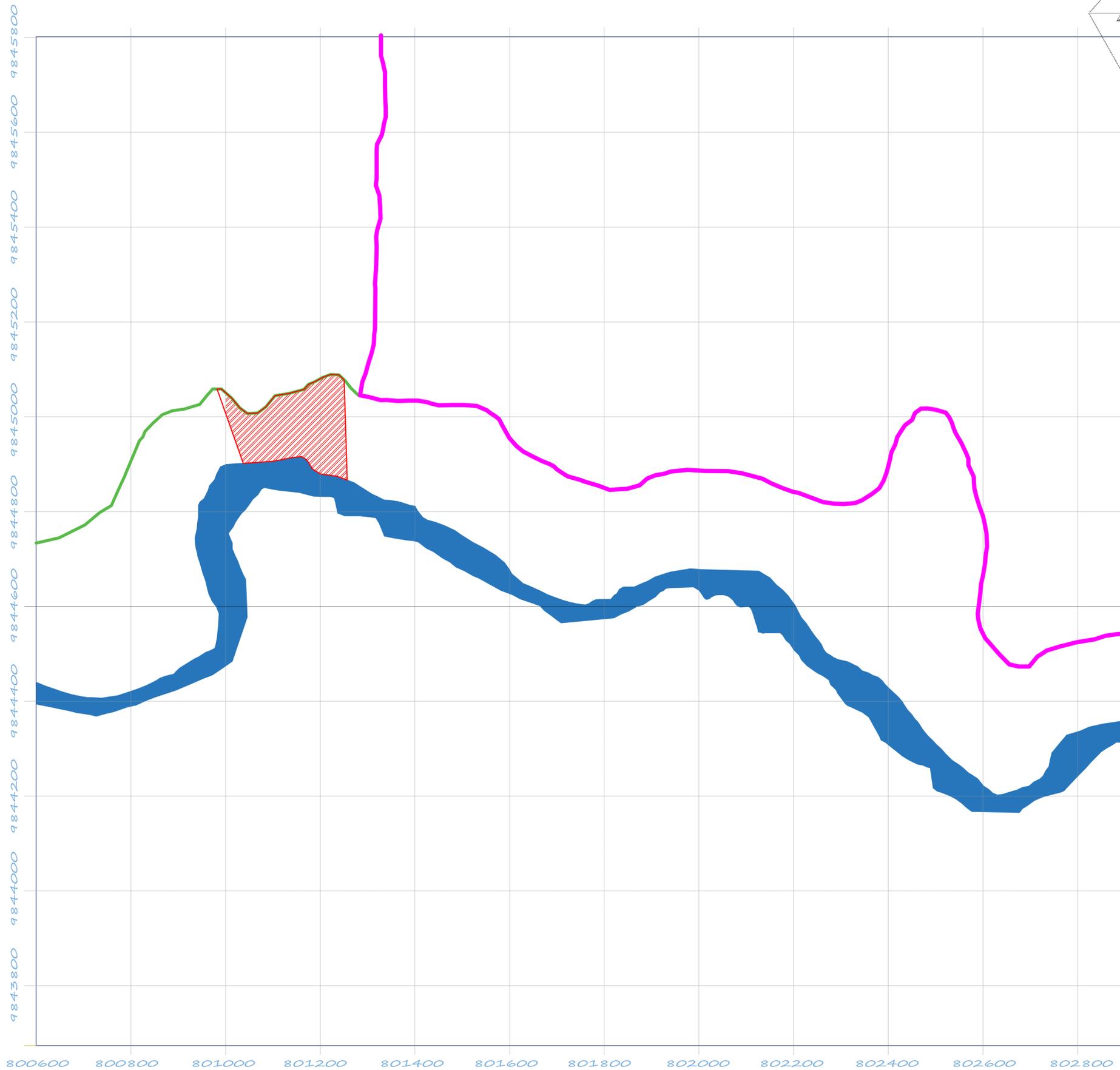
$$S\_max := S\_strib2 = 0.48 \text{ m}$$

Usar estribos de 10 mm cada 20 cm

$$Smin := \frac{acol - 2 (rec) - 2 (Dstri) - 22 (Dvar)}{21} = 4.981 \text{ cm}$$

$$S\_adaptado := 5 \text{ cm}$$

## **Anexo 2: Planos**



LOCALIZACIÓN:



SIMBOLOGÍA:

- VÍA PRINCIPAL BAÑOS - PUYO
- VÍA ANTIGUA BAÑOS - PUYO
- RÍO PASTAZA
- TERRENO DE INTERVENCIÓN

**UBICACIÓN DE TERRENO DE INTERVENCIÓN**

ESC:.....1: 500

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

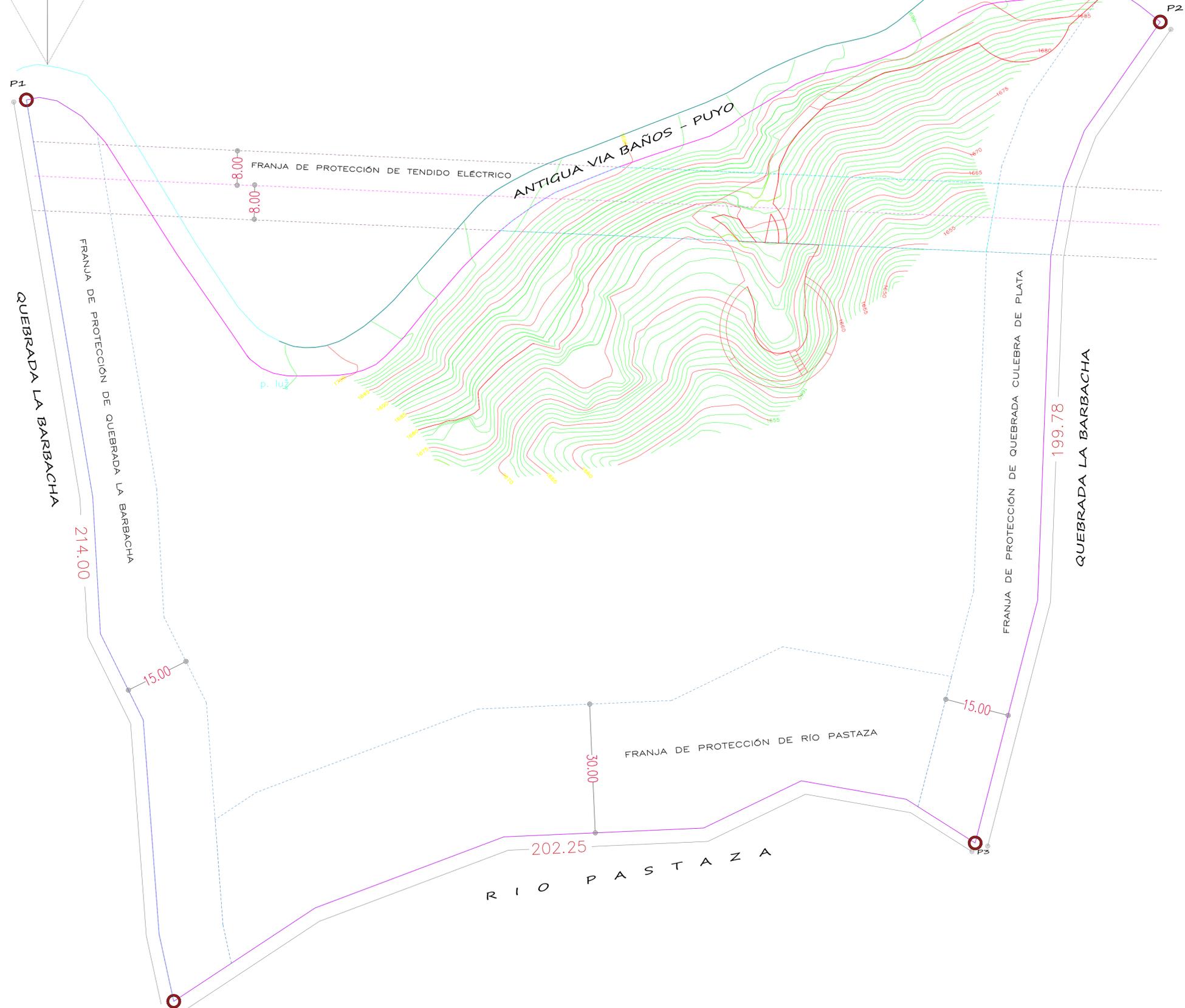
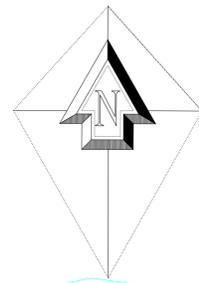
PROYECTO:

**DISEÑO DE CIMENTACIÓN RESTAURANTE "LA AUREOLA DEL ÁNGEL"**

CONTENIDO:

**UBICACIÓN GENERAL**

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velasteguí	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Samantha Hidalgo - MSc. Danilo Dávila - MSc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Edgar Iván Gaibor Vera - Andrea Gabriela Haro Fiallos	Fecha de Entrega: 11 / 01 / 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Miguel Chávez			Lámina: 1 / 10
			Escala: 1 : 500



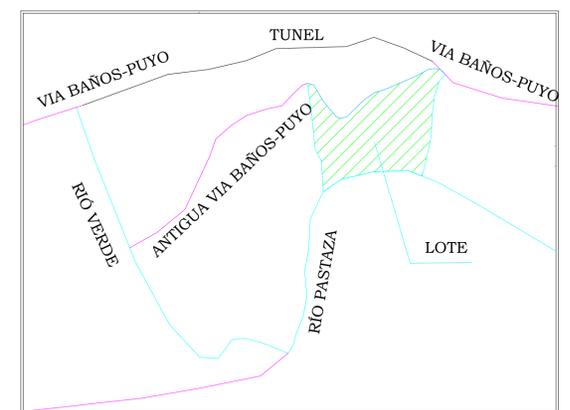
TOPOGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

ESC:.....1: 500

LOCALIZACIÓN:



UBICACIÓN:



COORDENADAS:

COORDENADAS WGS - 84

PUNTO	ESTE	NORTE
1	800983.47	9845073.70
2	801247.83	9845091.85
3	801204.66	9844900.73
4	801017.82	9844863.86

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

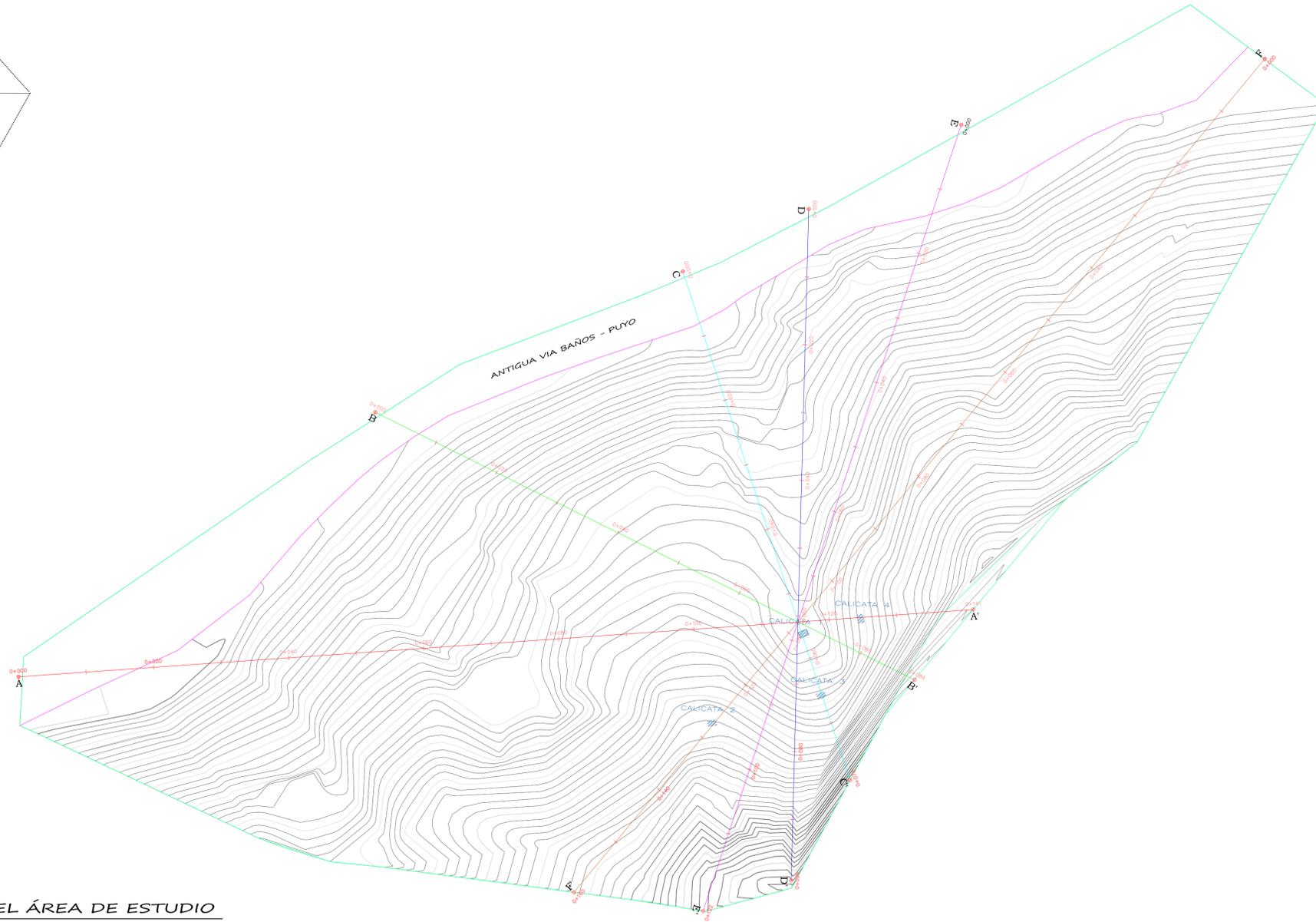
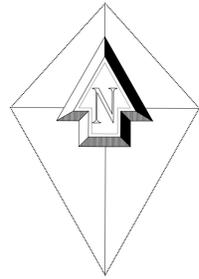
PROYECTO:

DISEÑO DE CIMENTACIÓN RESTAURANTE "LA AUREOLA DEL ÁNGEL"

CONTENIDO:

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velasteguí	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Samantha Hidalgo - MSc. Danilo Dávila	Estudiantes: - Edgar Iván Gaibor Vera	Fecha de Entrega: 11 / 01 / 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Miguel Chávez	- MSc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	- Andrea Gabriela Haro Fiallos	Lámina: 2 / 10
			Escala: 1:500



**TOPOGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO**

ESC:.....1: 400

**UBICACIÓN:**



**SIMBOLOGÍA TOPOGRAFÍA:**

	CORTE DE TERRENO A - A'
	CORTE DE TERRENO B - B'
	CORTE DE TERRENO C - C'
	CORTE DE TERRENO D - D'
	CORTE DE TERRENO E - E'
	CORTE DE TERRENO F - F'
	ANTIGUA VIA BAÑOS - PUYO

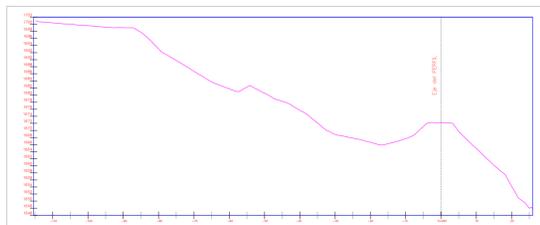
**COORDENADAS CALICATAS:**

**COORDENADAS WGS - 84**

CAL.	ESTE	NORTE
1	800983.47	9845073.70
2	801247.83	9845091.85
3	801204.66	9844900.73
4	801017.82	9844863.86

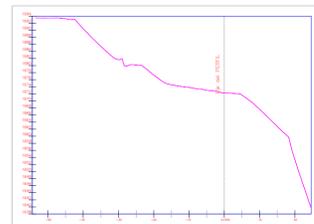
**PERFIL A - A'**

ESC:.....1: 1000



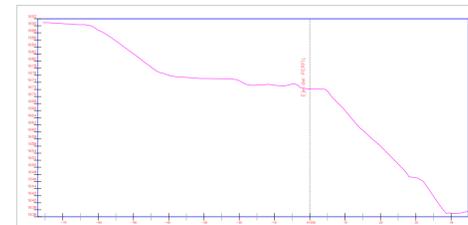
**PERFIL C - C'**

ESC:.....1: 1000



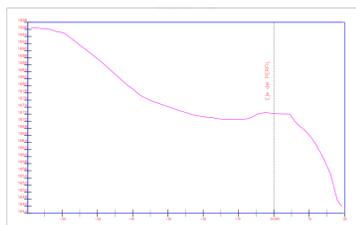
**PERFIL E - E'**

ESC:.....1: 1000



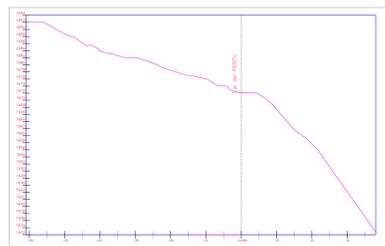
**PERFIL B - B'**

ESC:.....1: 1000



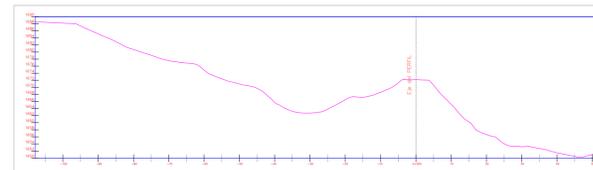
**PERFIL D - D'**

ESC:.....1: 1000



**PERFIL F - F'**

ESC:.....1: 1000



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

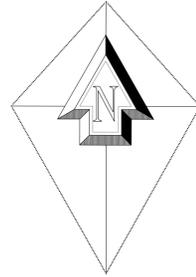
PROYECTO:

**DISEÑO DE CIMENTACIÓN RESTAURANTE "LA AUREOLA DEL ÁNGEL"**

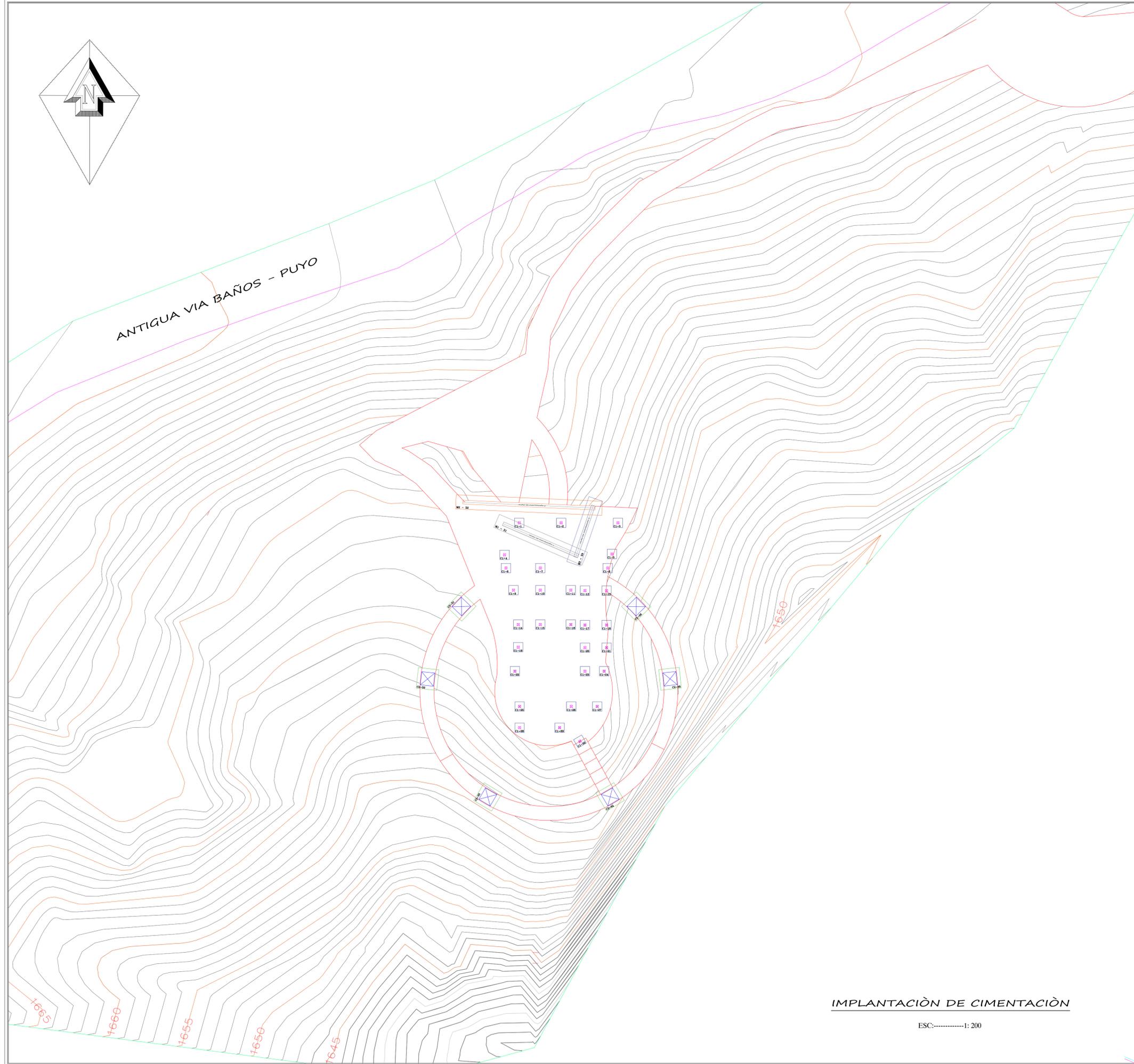
CONTENIDO:

**LOCALIZACIÓN DE CALICATAS Y PERFILES TOPOGRÁFICOS**

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velasteguí	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Samantha Hidalgo - MSc. Danilo Dávila - MSc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Edgar Iván Gaibor Vera - Andrea Gabriela Haro Fiallos	Fecha de Entrega: 11 / 01 / 2021
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Miguel Chávez		Lámina: 3 / 10	Escala: Indicadas



ANTIGUA VIA BAÑOS - PUYO



IMPLANTACIÓN DE CIMENTACIÓN

ESC:.....1: 200

UBICACIÓN:



SIMBOLOGÍA:

	PLINTO P1
	PLINTO P2
	COLUMNA C1
	COLUMNA C2
	MURO DE CONTENCIÓN 1
	MURO DE CONTENCIÓN 3
	MURO DE CONTENCIÓN 2

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

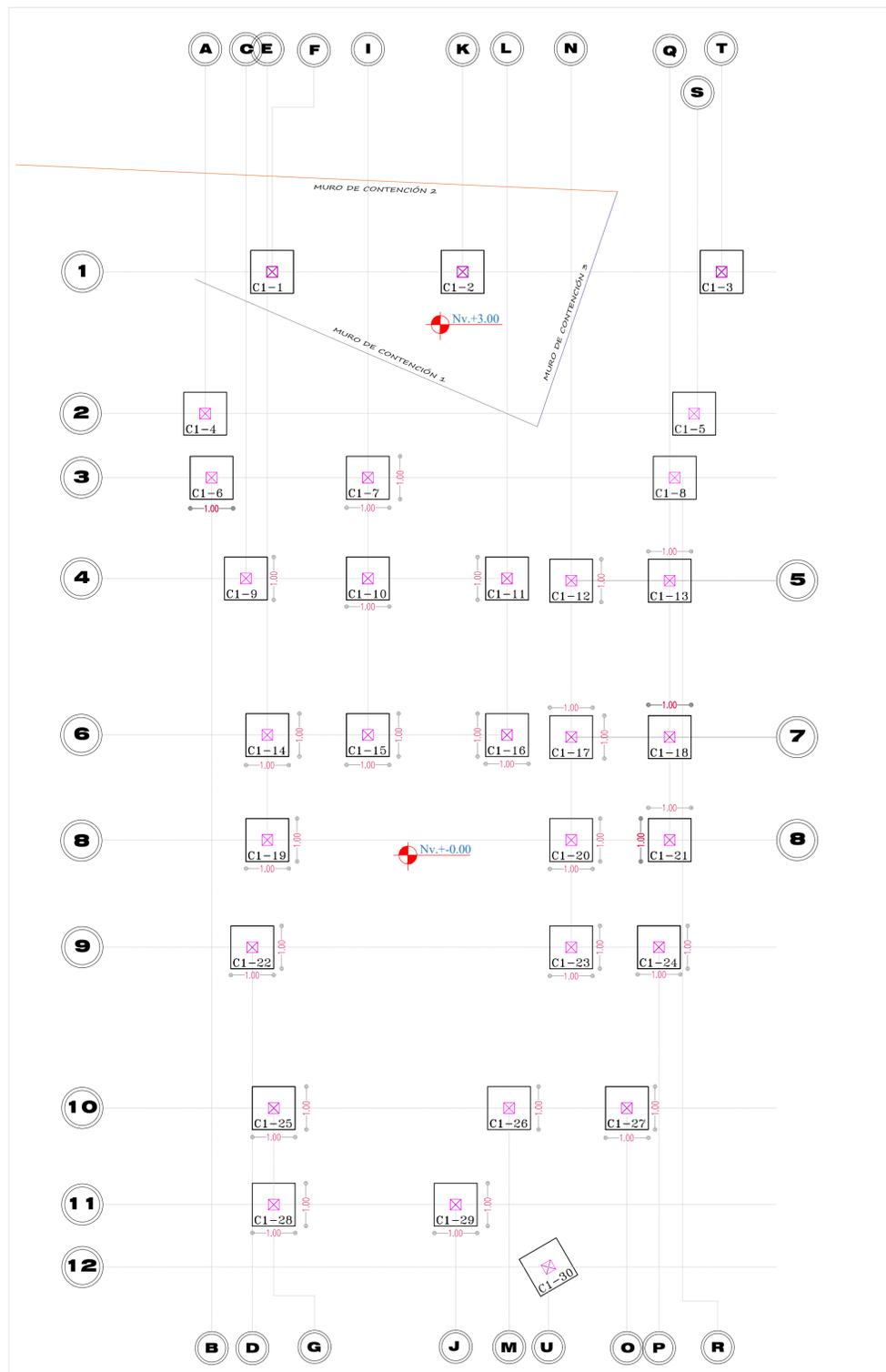
PROYECTO:

**DISEÑO DE CIMENTACIÓN RESTAURANTE "LA AUREOLA DEL ÁNGEL"**

CONTENIDO:

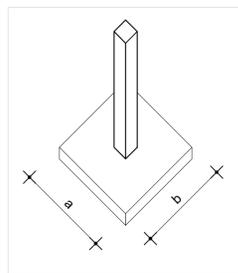
**LOCALIZACIÓN DE LAS CIMENTACIONES PARA SOPORTAR ESTRUCTURAS**

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velasteguí	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Samantha Hidalgo - MSc. Danilo Dávila - MSc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Edgar Iván Gaibor Vera - Andrea Gabriela Haro Fiallos	Fecha de Entrega: 11 / 01 / 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Miguel Chávez		Lámina: 4 / 10	Escala: 1 / 200



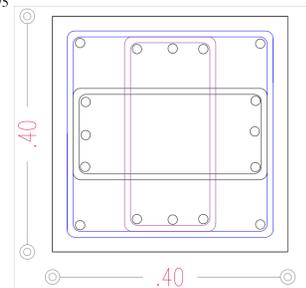
CIMENTACION PLINTO TIPO 1

ESC:.....1:75



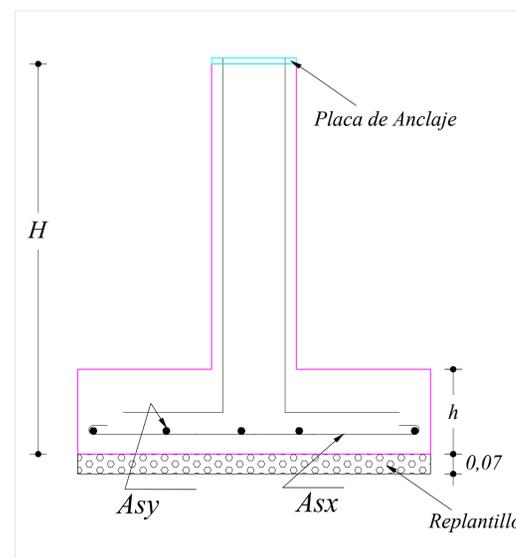
ESQUEMA PLINTO - COLUMNA

S/E



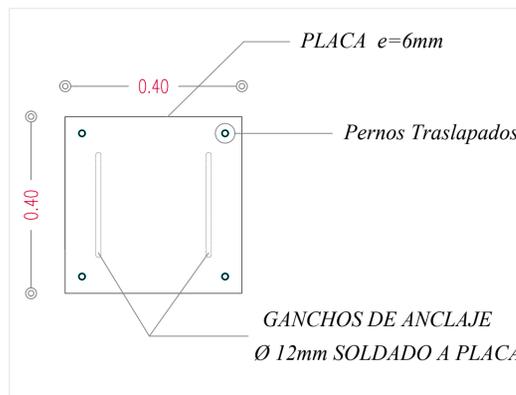
ARMADO TRANSVERSAL DE COLUMNA

ESC:.....1:6



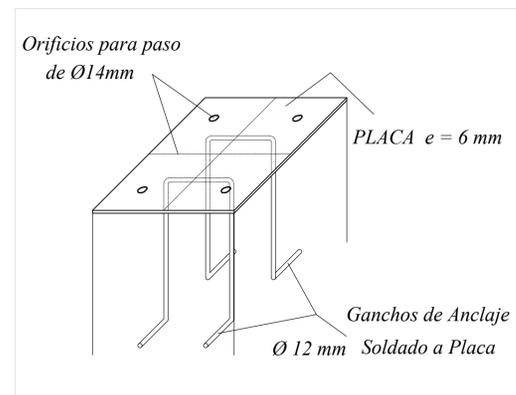
ARMADO ESQUEMÁTICO DE ZAPATA P1

ESC:.....1:10



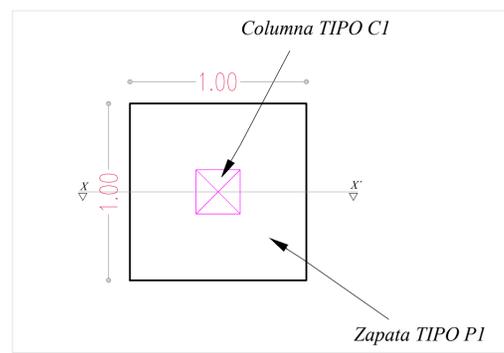
ARMADO ESQUEMÁTICO DE ZAPATA P1

ESC:.....1:8



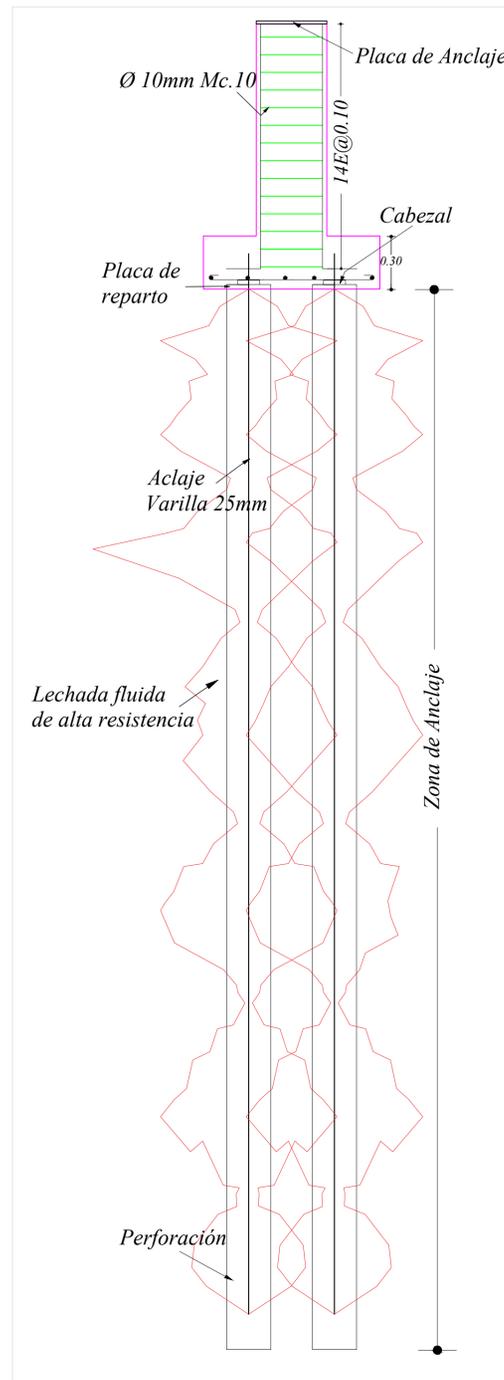
ARMADO ESQUEMÁTICO DE ZAPATA P1

ESC:.....1:10



VISTA SUPERIOR ZAPATA TIPO P1

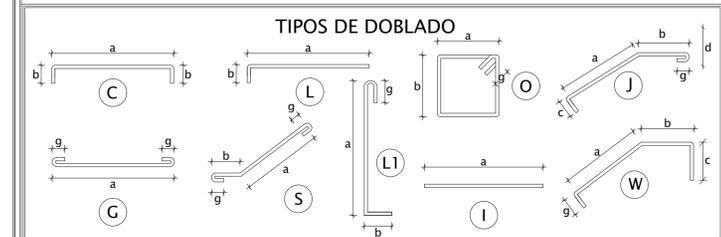
ESC:.....1:20



CORTE X - X'

ESC:.....1:20

PLANILLA DE HIERROS										
Mc	Tipo	Æ	Nº	Dimensiones					Long.De s.	Long. Tot.
				a	b	c	d	g		
PLINTOS										
100	I	12	360	0.90				2 x 0.10	1.10	396.00
101	I	12	156	2.00				2 x 0.10	2.20	343.20
COLUMNAS										
300	O	10	360		2 x 0.32	2 x 0.32		2 x 0.05	1.38	496.80
301	O	10	72		2 x 1.32	2 x 1.32		2 x 0.05	5.38	387.36
302	L	16	514	1.50			0.35		1.85	950.90
303	L	16	480	1.50			0.30		1.80	864.00
MUROS										
401	L	14	35	4.91	1 x 0.25				5.16	180.60
402	I	14	15	8.56					8.56	128.40
403	I	12	11	8.56					8.56	94.16
404	I	14	22	10.12					10.12	222.64
405	I	14	200	2.23					2.23	446.00
406	I	16	9	2.53					2.53	22.77
407	I	16	9	4.13					4.13	37.17
408	I	16	9	1.73					1.73	15.57
409	C	16	43	4.42	1 x 0.20	1 x 0.40			5.02	215.86
410	L	14	56	4.91	1 x 0.25				5.16	288.96
411	I	14	15	13.99					13.99	209.85
412	I	12	11	13.99					13.99	153.89
413	I	14	310	2.20					2.20	682.00
414	I	14	24	15.49					15.49	371.76
415	I	16	14	4.13					4.13	57.82
416	I	16	67	4.42	1 x 0.20	1 x 0.40			5.02	336.34
417	I	16	14	1.73					1.73	24.22
418	I	16	14	2.53					2.53	35.42
419	L	14	29	7.20	1 x 0.26				7.46	216.34
420	I	14	30	5.66					5.66	169.80
421	I	12	24	5.66					5.66	135.84
422	I	14	146	3.43					3.43	500.78
423	I	14	12	7.22					7.22	86.64
424	I	16	6	4.81					4.81	28.86
425	I	16	6	5.97					5.97	35.82
426	I	16	41	6.47	1 x 0.22	1 x 0.52			7.21	295.61
427	I	16	6	2.49					2.49	14.94
428	I	16	6	3.65					3.65	21.90



CUADRO DE PLINTOS

TIPO	Cant.	a	b	h	H	As X	As Y
P1	30	1.00	1.00	0.30	-1.50	20ø12@.10 Mc.100	20ø12@.10 Mc.100

CUADRO DE COLUMNAS

TIPO	C1
UBICACIÓN	P4 = K1 = T1 = A2 = S2 = B3 = I3 = R3 = D4 = I4 = L4 N5 = Q5 = E6 = I6 = L6 = N7 = Q7 = E8 = N8 = Q8 = D9 = N9 P9 = G10 = M10 = O10 = G11 = J11 = U12
# Columnas Iguales	30
Sección (cm)	40 x 40
Armado Longitudinal	16 Ø 16mm Mc.302
Estribos	14 Est.Ø10 Mc.300

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

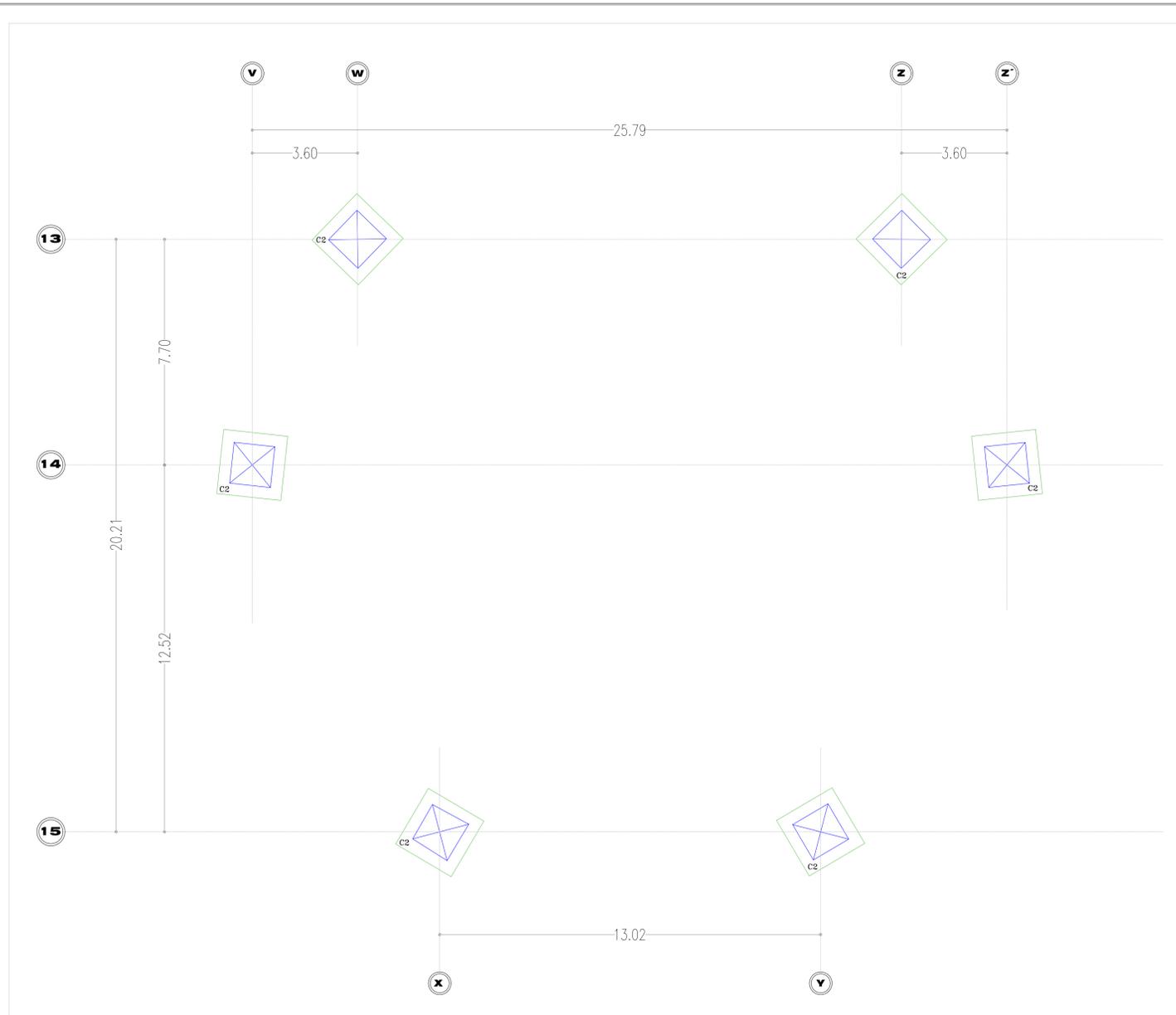
PROYECTO:

**DISEÑO DE CIMENTACIÓN RESTAURANTE "LA AUREOLA DEL ÁNGEL"**

CONTENIDO:

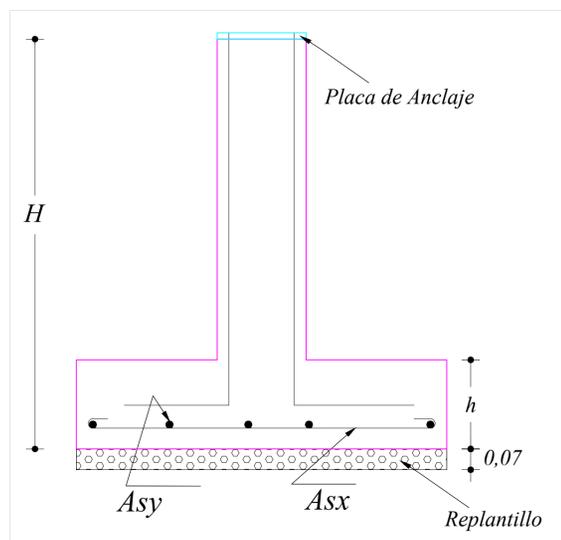
**DISEÑO DE PLINTOS Y ANCLAJES PARA RESTAURANTE - C1**

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velasteguí	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Samantha Hidalgo - MSc. Danilo Dávila - MSc. Pablo Daza	Estudiantes: - Edgar Iván Gaibor Vera - Andrea Gabriela Haro Fiallos	Fecha de Entrega: 11 / 01 / 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Miguel Chávez	- Arq. Eunice Lindao	Lámina: 5 / 10	Escala: Indicadas



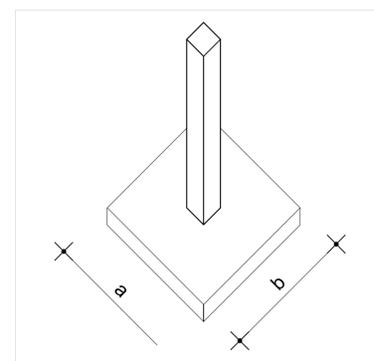
**CIMENTACIÓN PLINTO TIPO P2**

ESC:-----1: 100



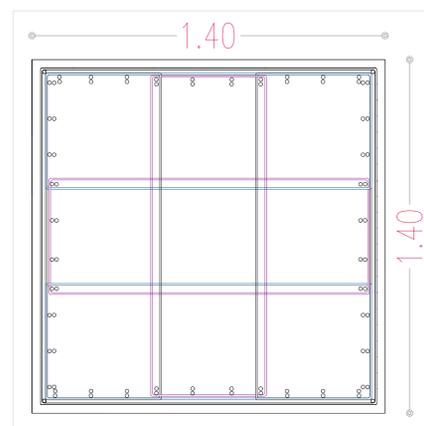
**ARMADO ESQUEMÁTICO DE ZAPATA P1**

ESC:-----1:20



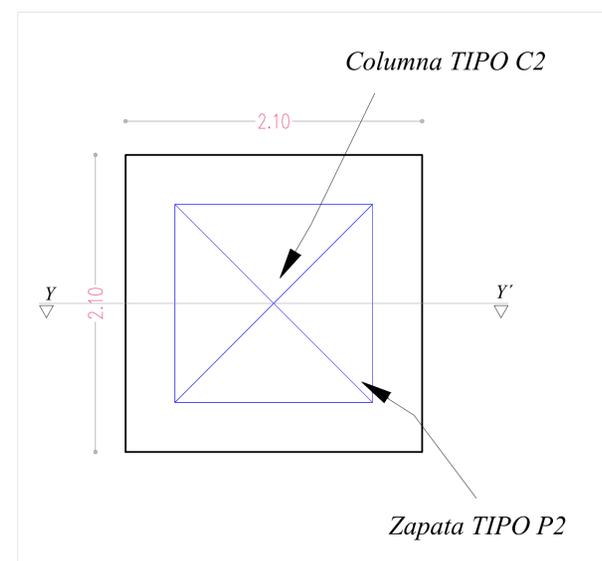
**ESQUEMA PLINTO - COLUMNA**

S/E



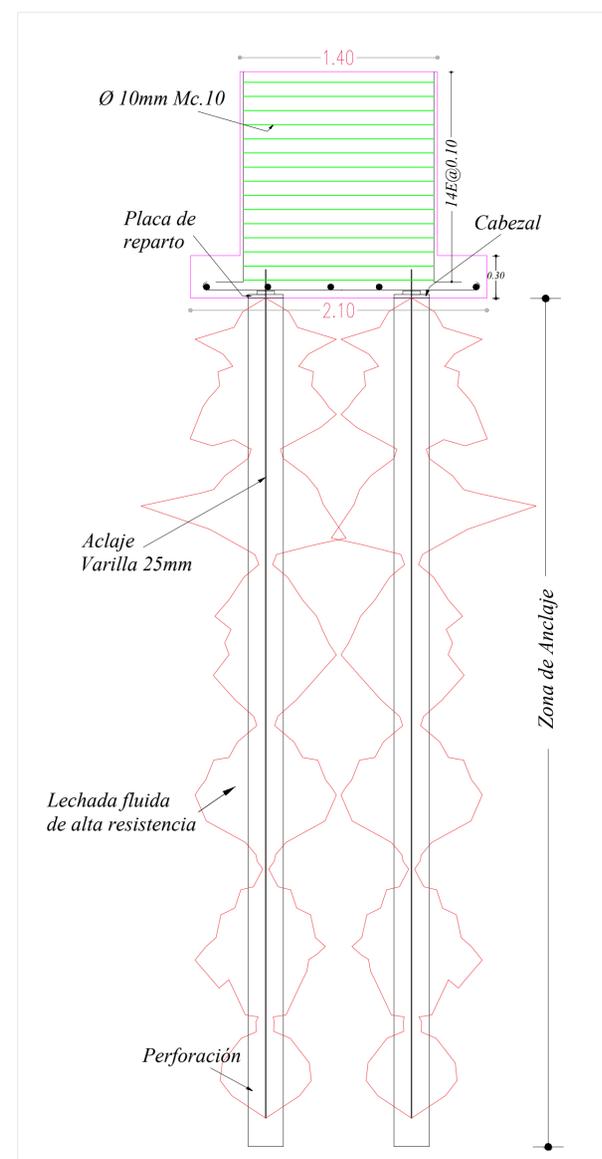
**ARMADO TRANSVERSAL DE COLUMNA**

ESC:-----1: 10



**VISTA SUPERIOR ZAPATA TIPO P1**

ESC:-----1: 25

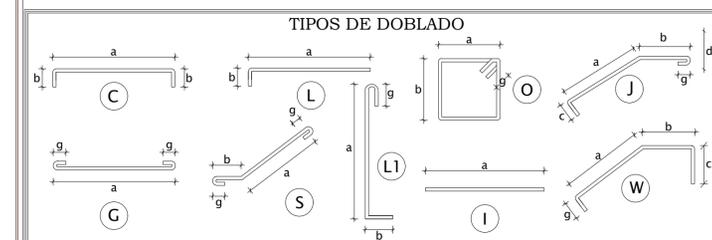


**CORTE Y - Y**

ESC:-----1: 25

PLANILLA DE HIERROS										
Mc	Tipo	Æ	Nº	Dimensiones					Long.De s.	Long.Tot.
				a	b	c	d	g		
<b>PLINTOS</b>										
100	I	12	360	0.90				2 x 0.10	1.10	396.00
101	I	12	156	2.00				2 x 0.10	2.20	343.20
<b>COLUMNAS</b>										
300	O	10	360		2 x 0.32	2 x 0.32		2 x 0.05	1.38	496.80
301	O	10	72		2 x 1.32	2 x 1.32		2 x 0.05	5.38	387.36
302	L	16	514	1.50			0.35		1.85	950.90
303	L	16	480	1.50			0.30		1.80	864.00
<b>MUROS</b>										
401	L	14	35	4.91	1 x 0.25				5.16	180.60
402	I	14	15	8.56					8.56	128.40
403	I	12	11	8.56					8.56	94.16
404	I	14	22	10.12					10.12	222.64
405	I	14	200	2.23					2.23	446.00
406	I	16	9	2.53					2.53	22.77
407	I	16	9	4.13					4.13	37.17
408	I	16	9	1.73					1.73	15.57
409	C	16	43	4.42	1 x 0.20	1 x 0.40			5.02	215.86
410	L	14	56	4.91	1 X 0.25				5.16	288.96
411	I	14	15	13.99					13.99	209.85
412	I	12	11	13.99					13.99	153.89
413	I	14	310	2.20					2.20	682.00
414	I	14	24	15.49					15.49	371.76
415	I	16	14	4.13					4.13	57.82
416	I	16	67	4.42	1 x 0.20	1 x 0.40			5.02	336.34
417	I	16	14	1.73					1.73	24.22
418	I	16	14	2.53					2.53	35.42
419	L	14	29	7.20	1 x 0.26				7.46	216.34
420	I	14	30	5.66					5.66	169.80
421	I	12	24	5.66					5.66	135.84
422	I	14	146	3.43					3.43	500.78
423	I	14	12	7.22					7.22	86.64
424	I	16	6	4.81					4.81	28.86
425	I	16	6	5.97					5.97	35.82
426	I	16	41	6.47	1 x 0.22	1 x 0.52			7.21	295.61
427	I	16	6	2.49					2.49	14.94
428	I	16	6	3.65					3.65	21.90

Peso Total de Aceros	10442 Kg
----------------------	----------



CUADRO DE PLINTOS							
TIPO	Cant.	a	b	h	H	As X	As Y
P2	6	2.10	2.10	0.30	-1.60	23#12@.10 Mc.100	23#12@.10 Mc.100

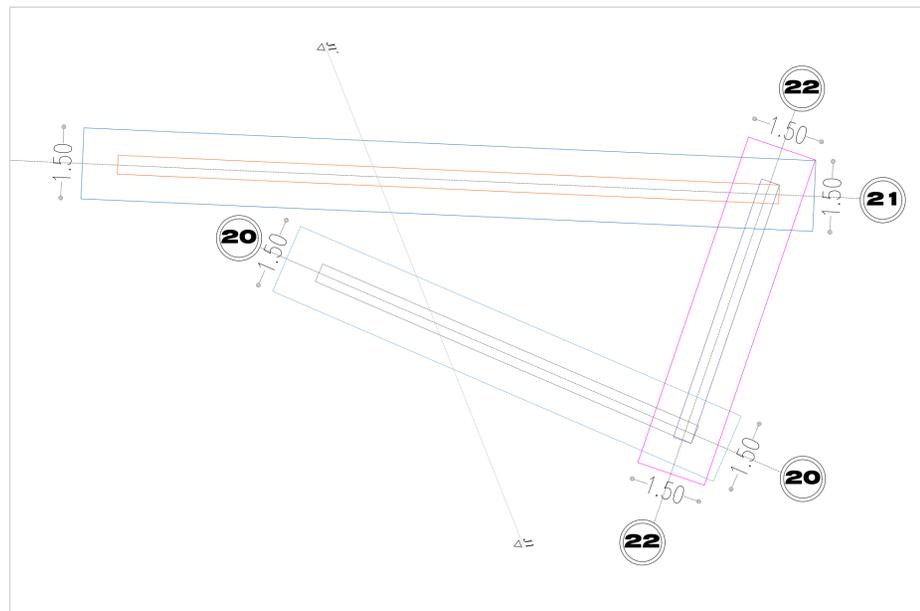
CUADRO DE COLUMNAS	
TIPO	C2
UBICACIÓN	N5 = Q5 = E6 = I6 = L6 = N7 = Q7 = E8 = N8 = Q8 = D9 = N9
# Columnas Iguales	6
Sección (cm)	140 X 140
Armado Longitudinal	84 Ø 16mm Mc.303
Estribos	15 Est.Ø10 Mc.301

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**DISEÑO DE CIMENTACIÓN RESTAURANTE "LA AUREOLA DEL ÁNGEL"**

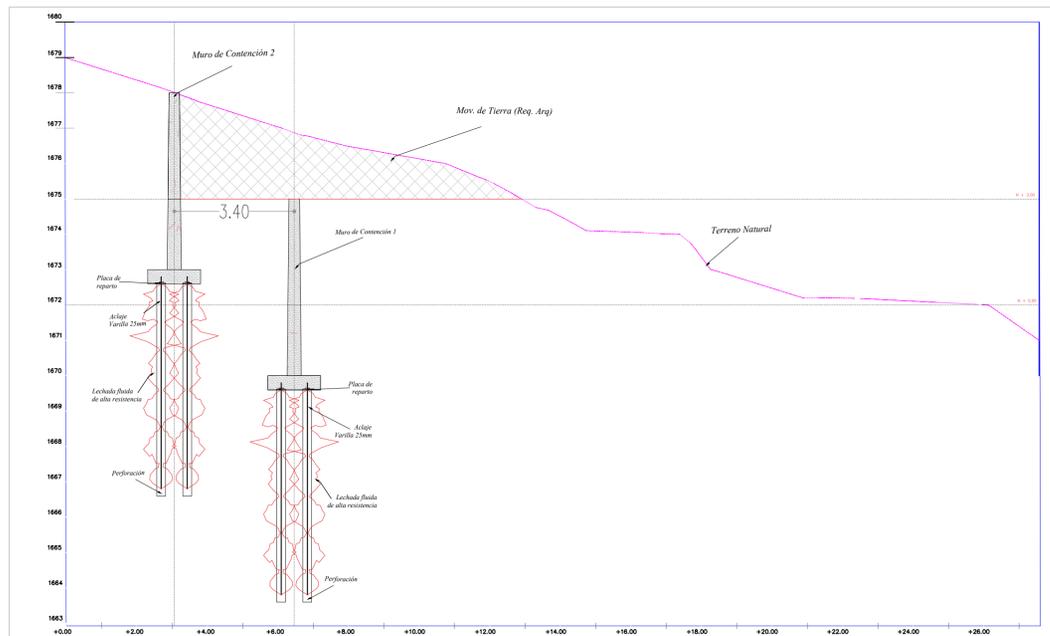
CONTENIDO:  
**DISEÑO DE PLINTOS Y ANCLAJES PARA PUENTES - C2**

Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velasteguí	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Samantha Hidalgo - MSc. Danilo Dávila - MSc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Edgar Iván Gaibor Vera - Andrea Gabriela Haro Fiallos	Fecha de Entrega: 11 / 01 / 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Miguel Chávez			Lámina: 6 / 10
			Escala: Indicadas



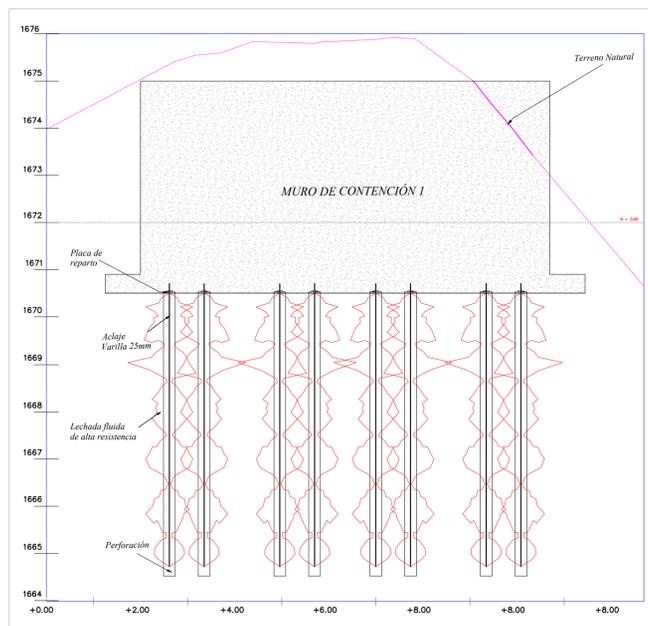
IMPLANTACIÓN MUROS DE CONTENCIÓN

ESC:.....1: 75



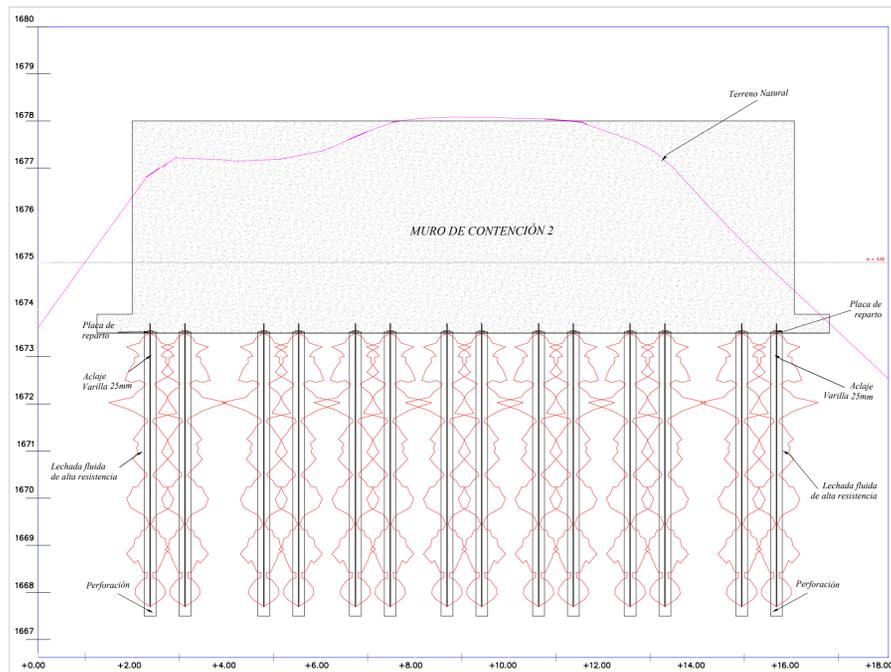
PERFIL J1 - J1'

ESC:.....1: 100



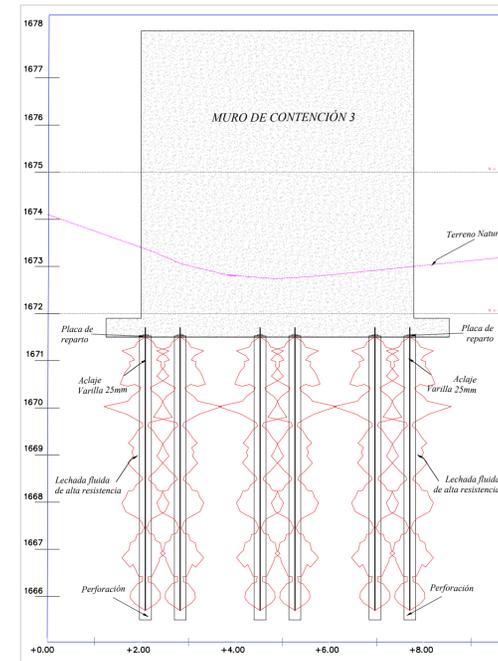
CORTE LONGITUDINAL MURO 1

ESC:.....1: 75



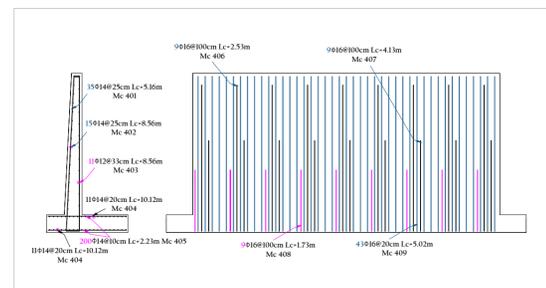
CORTE LONGITUDINAL MURO 2

ESC:.....1: 75



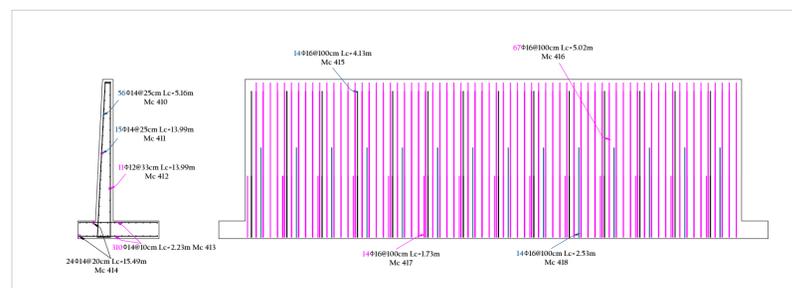
CORTE LONGITUDINAL MURO 3

ESC:.....1: 75



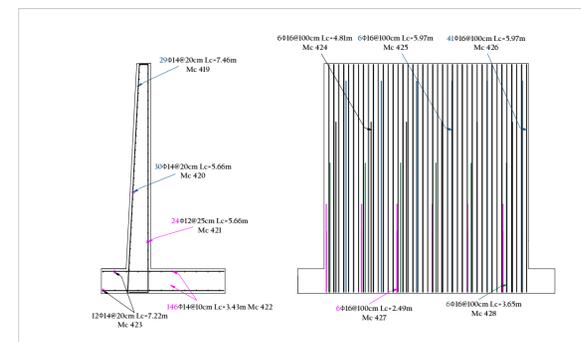
DETALLE MURO 1

ESC:.....1: 100



DETALLE MURO 2

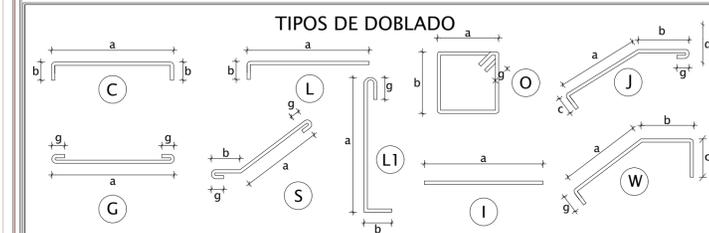
ESC:.....1: 100



DETALLE MURO 3

ESC:.....1: 100

PLANILLA DE HIERROS										
Mc	Tipo	Æ	Nº	Dimensiones					Long. De s.	Long. Tot.
				a	b	c	d	g		
<b>PLINTOS</b>										
100	I	12	360	0.90				2 x 0.10	1.10	396.00
101	I	12	156	2.00				2 x 0.10	2.20	343.20
<b>COLUMNAS</b>										
300	O	10	360		2 x 0.32	2 x 0.32		2 x 0.05	1.38	496.80
301	O	10	72		2 x 1.32	2 x 1.32		2 x 0.05	5.38	387.36
302	L	16	514	1.50				0.35	1.85	950.90
303	L	16	480	1.50				0.30	1.80	864.00
<b>MUROS</b>										
401	L	14	35	4.91	1 x 0.25				5.16	180.60
402	I	14	15	8.56					8.56	128.40
403	I	12	11	8.56					8.56	94.16
404	I	14	22	10.12					10.12	222.64
405	I	14	200	2.23					2.23	446.00
406	I	16	9	2.53					2.53	22.77
407	I	16	9	4.13					4.13	37.17
408	I	16	9	1.73					1.73	15.57
409	C	16	43	4.42	1 x 0.20	1 x 0.40			5.02	215.86
410	L	14	56	4.91	1 x 0.25				5.16	288.96
411	I	14	15	13.99					13.99	209.85
412	I	12	11	13.99					13.99	153.89
413	I	14	310	2.20					2.20	682.00
414	I	14	24	15.49					15.49	371.76
415	I	16	14	4.13					4.13	57.82
416	I	16	67	4.42	1 x 0.20	1 x 0.40			5.02	336.34
417	I	16	14	1.73					1.73	24.22
418	I	16	14	2.53					2.53	35.42
419	L	14	29	7.20	1 x 0.26				7.46	216.34
420	I	14	30	5.66					5.66	169.80
421	I	12	24	5.66					5.66	135.84
422	I	14	146	3.43					3.43	500.78
423	I	14	12	7.22					7.22	86.64
424	I	16	6	4.81					4.81	28.86
425	I	16	6	5.97					5.97	35.82
426	I	16	41	6.47	1 x 0.22	1 x 0.52			7.21	295.61
427	I	16	6	2.49					2.49	14.94
428	I	16	6	3.65					3.65	21.90



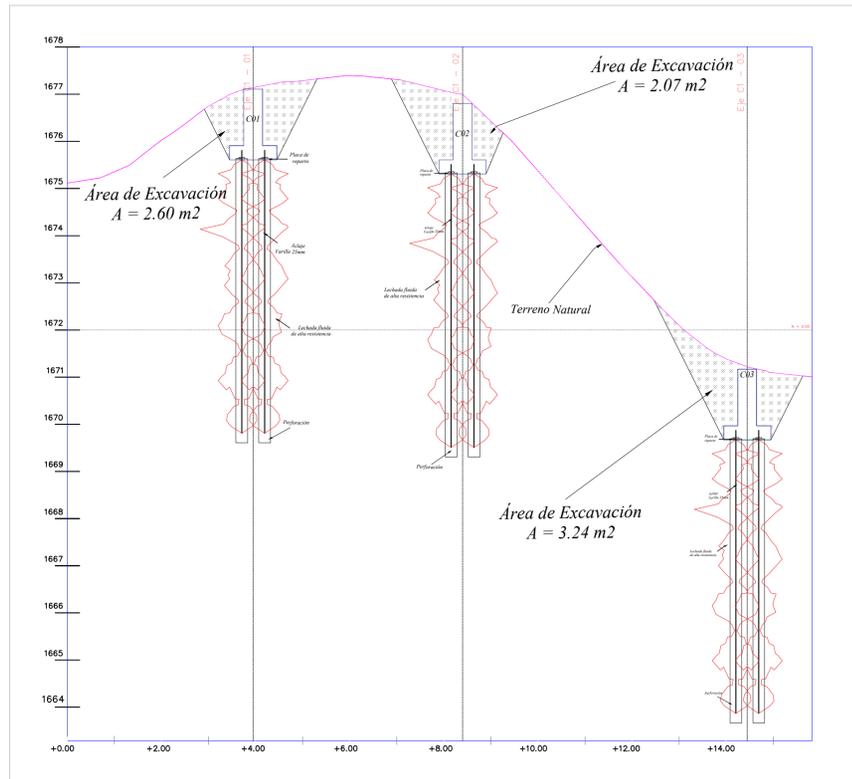
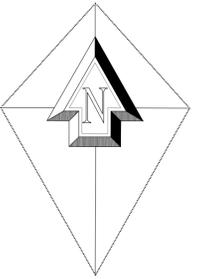
DIMENSIONES DE MUROS				
Dim.	M1	M2	M3	Unidad
H	4.50	4.50	6.50	m
B	2.30	2.30	3.50	m
C	0.30	0.30	0.40	m
D	0.50	0.50	0.70	m
L	0.50	0.50	0.70	m
A	0.50	0.50	0.70	m
Z	1.30	1.30	2.10	m
H'	0.48	0.48	0.77	m
i	20	20	20	m
Df	1.50	1.50	1.50	m

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

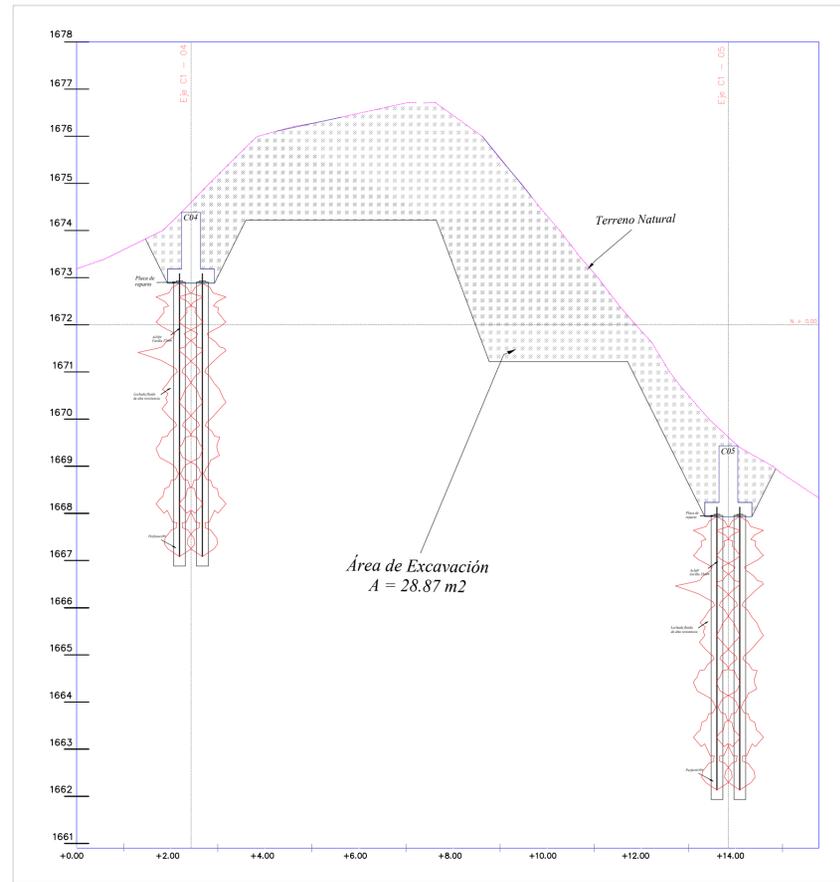
PROYECTO:  
**DISEÑO DE CIMENTACIÓN RESTAURANTE "LA AUREOLA DEL ÁNGEL"**

CONTENIDO:  
**ARMADO DE MUROS Y SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN INCLUYENDO CONTINUOS INYECTADOS**

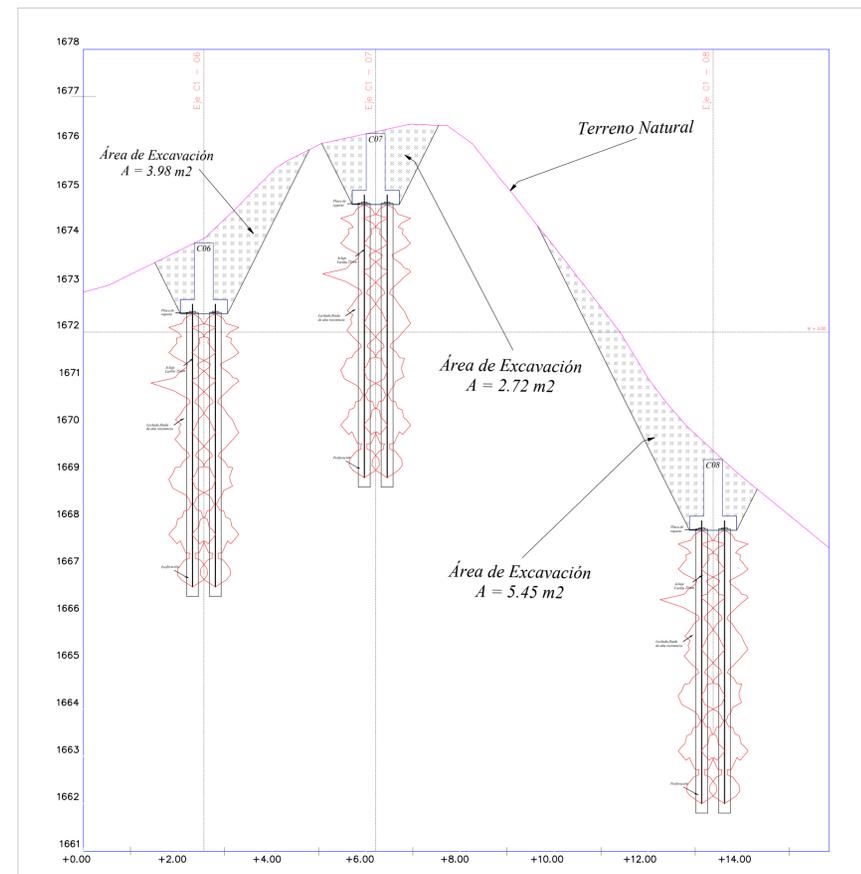
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Miguel Chávez	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Samantha Hidalgo - MSc. Danilo Dávila - MSc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Edgar Iván Gaibor Vera - Andrea Gabriela Haro Fiallos	Fecha de Entrega: 11 / 01 / 2022
		Lámina: 7 / 10	Escala: Indicadas



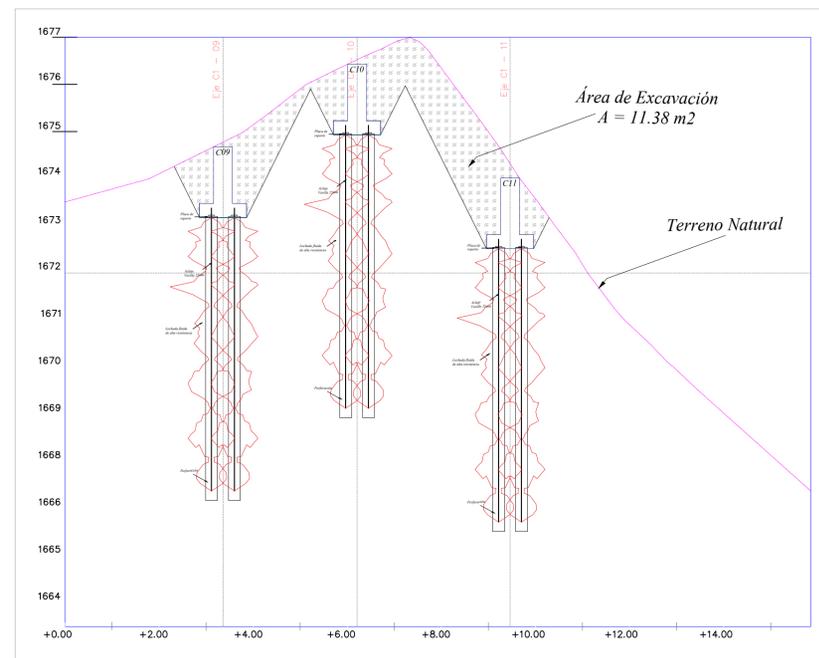
**EJE 1**  
ESC:.....1: 75



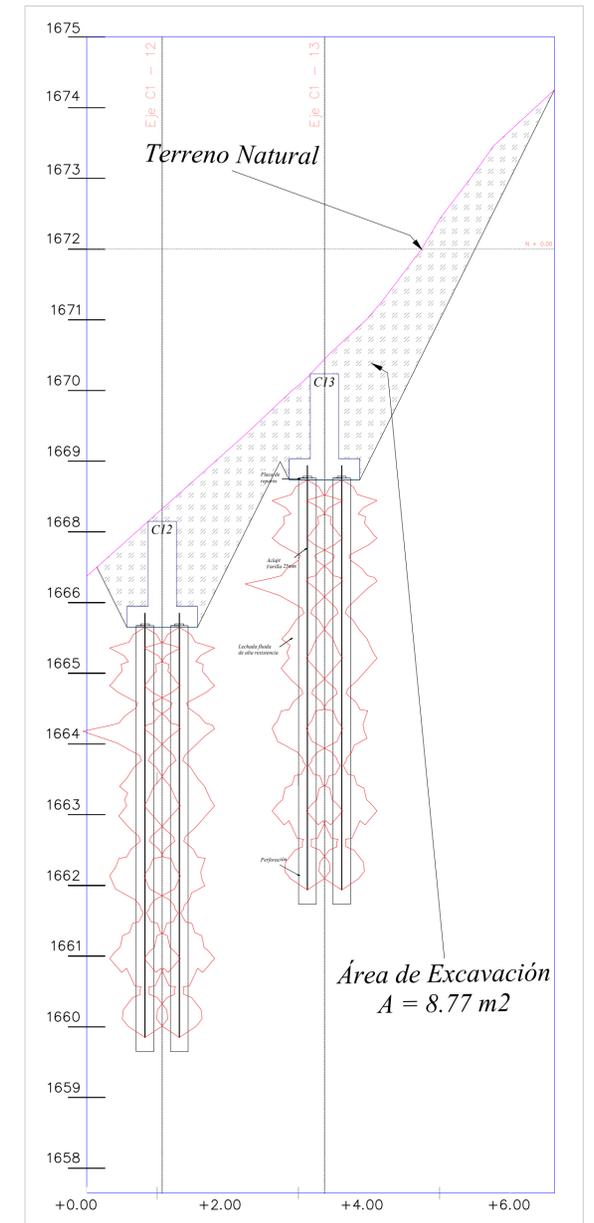
**EJE 2**  
ESC:.....1: 75



**EJE 3**  
ESC:.....1: 75

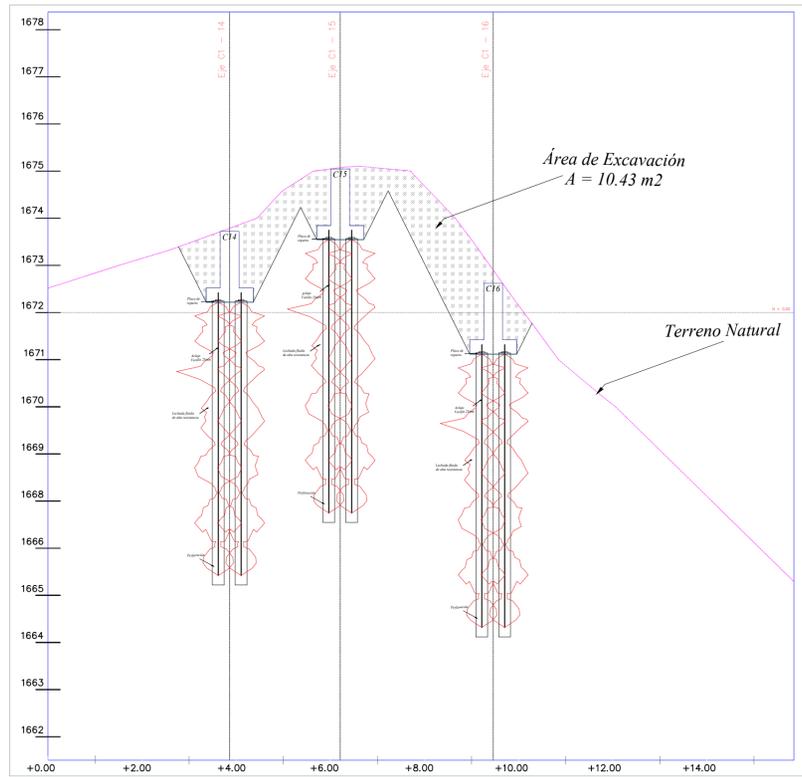


**EJE 4**  
ESC:.....1: 75

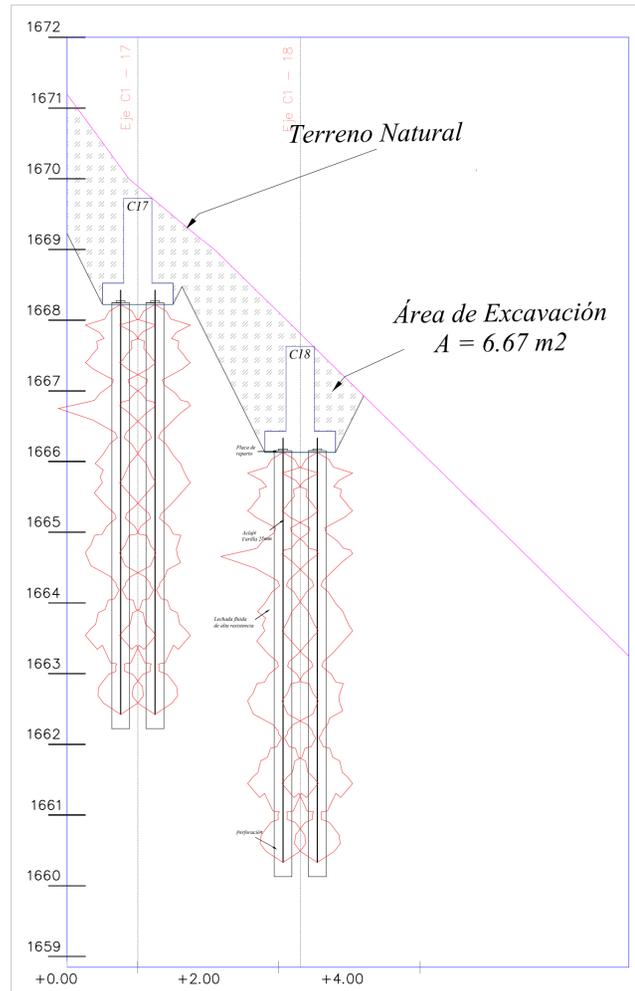


**EJE 5**  
ESC:.....1: 50

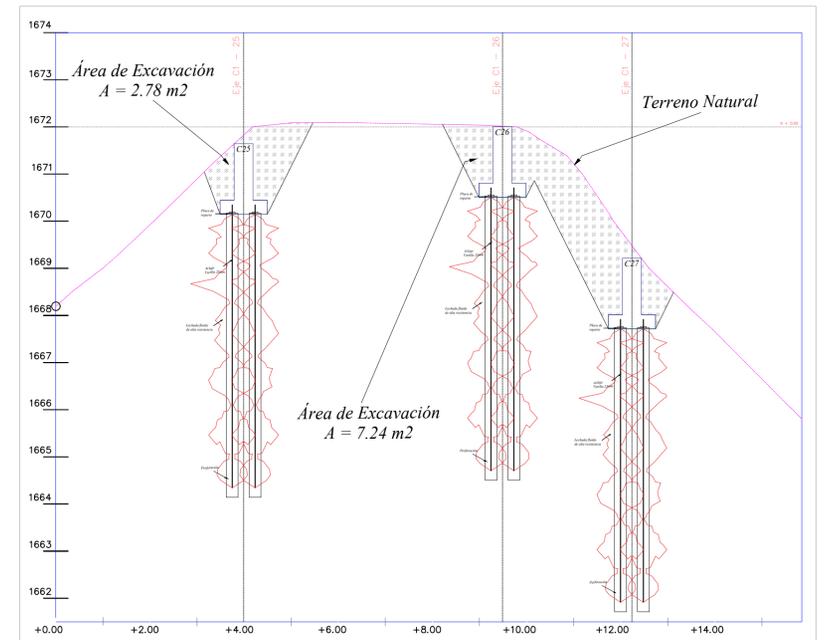
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>DISEÑO DE CIMENTACIÓN RESTAURANTE "LA AUREOLA DEL ÁNGEL"</b>			
CONTENIDO: <b>EXCAVACIONES Y PLINTOS APOYADOS EN ANCLAJES CONTINUOS INYECTADOS</b>			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velasteguí	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Samantha Hidalgo - MSc. Danilo Dávila - MSc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Edgar Iván Gaibor Vera - Andrea Gabriela Haro Fiallos	Fecha de Entrega: 11 / 01 / 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Miguel Chávez		Lámina: 8 / 10	Escala: Indicadas



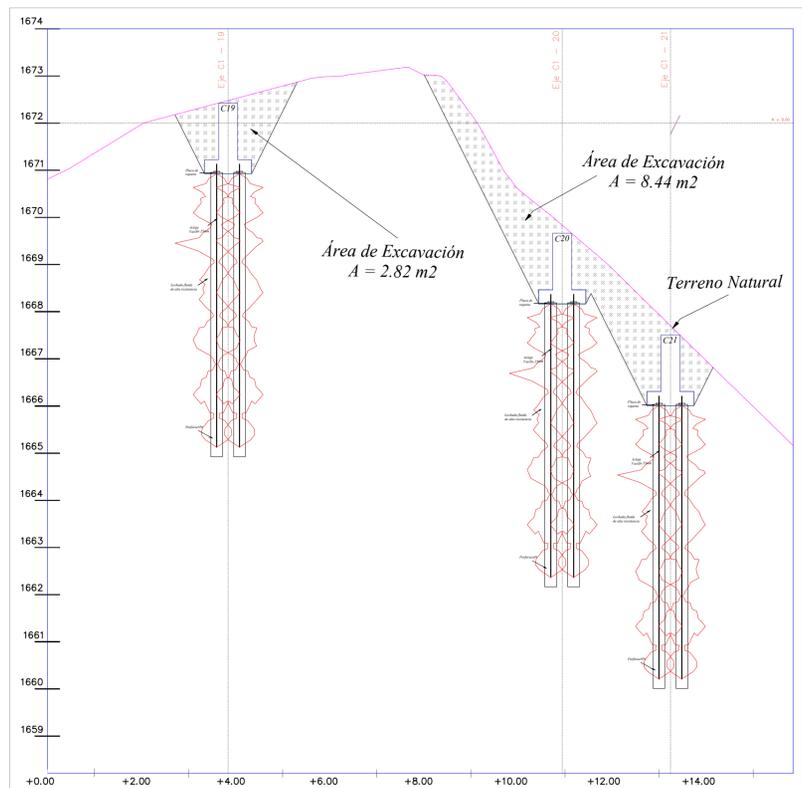
**EJE 6**  
ESC:.....1: 75



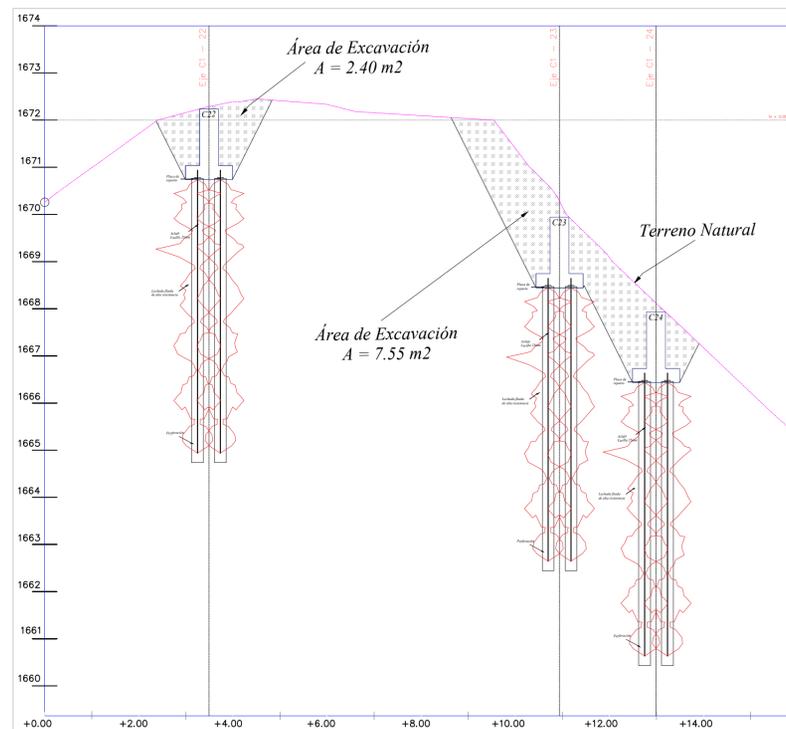
**EJE 7**  
ESC:.....1: 50



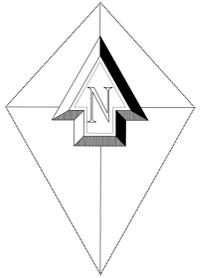
**EJE 10**  
ESC:.....1: 75



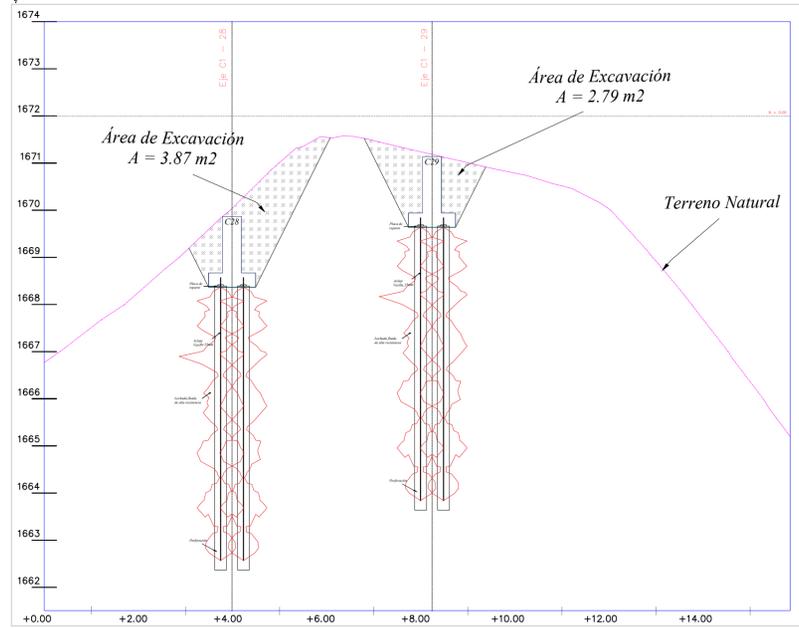
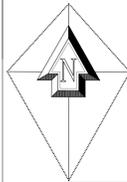
**EJE 8**  
ESC:.....1: 75



**EJE 9**  
ESC:.....1: 75

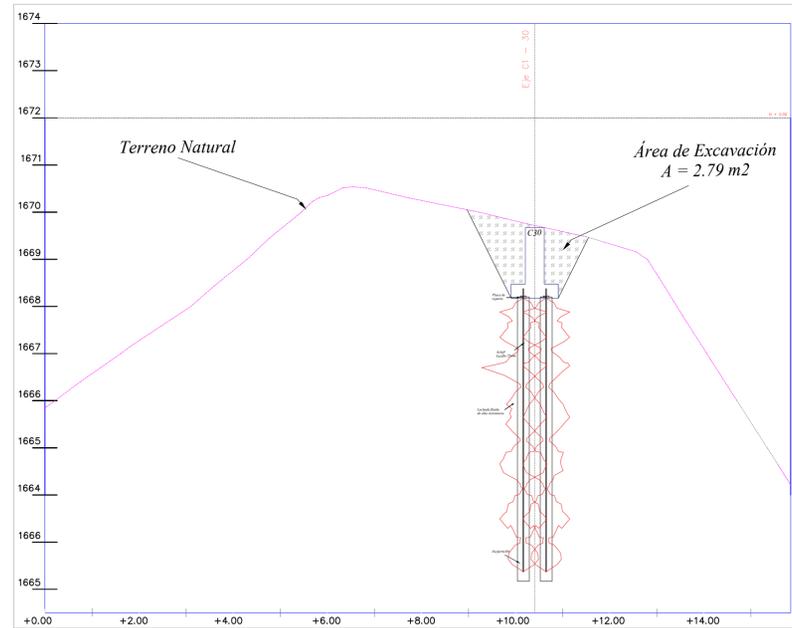


<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>DISEÑO DE CIMENTACIÓN RESTAURANTE "LA AUREOLA DEL ÁNGEL"</b>			
CONTENIDO: <b>EXCAVACIONES Y PLINTOS APOYADOS EN ANCLAJES CONTINUOS INYECTADOS</b>			
Coordinador de Materia Integradora: PhD. Andrés Velasteguí	Tutores de Conocimientos Específicos: - MSc. Samantha Hidalgo - MSc. Danilo Dávila - MSc. Pablo Daza - Arq. Eunice Lindao	Estudiantes: - Edgar Iván Gaibor Vera - Andrea Gabriela Haro Fiallos	Fecha de Entrega: 11 / 01 / 2022
Tutor de Área de Conocimiento: PhD. Miguel Chávez		Lámina: 9 / 10	Escala: Indicadas



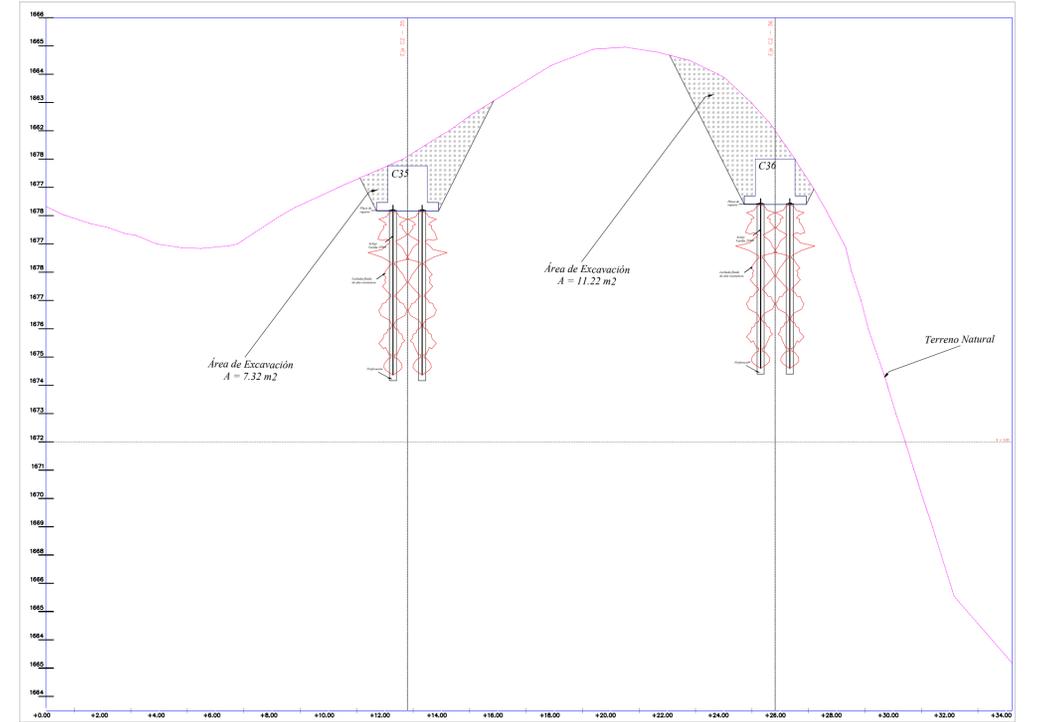
**EJE 11**

ESC:.....1: 75



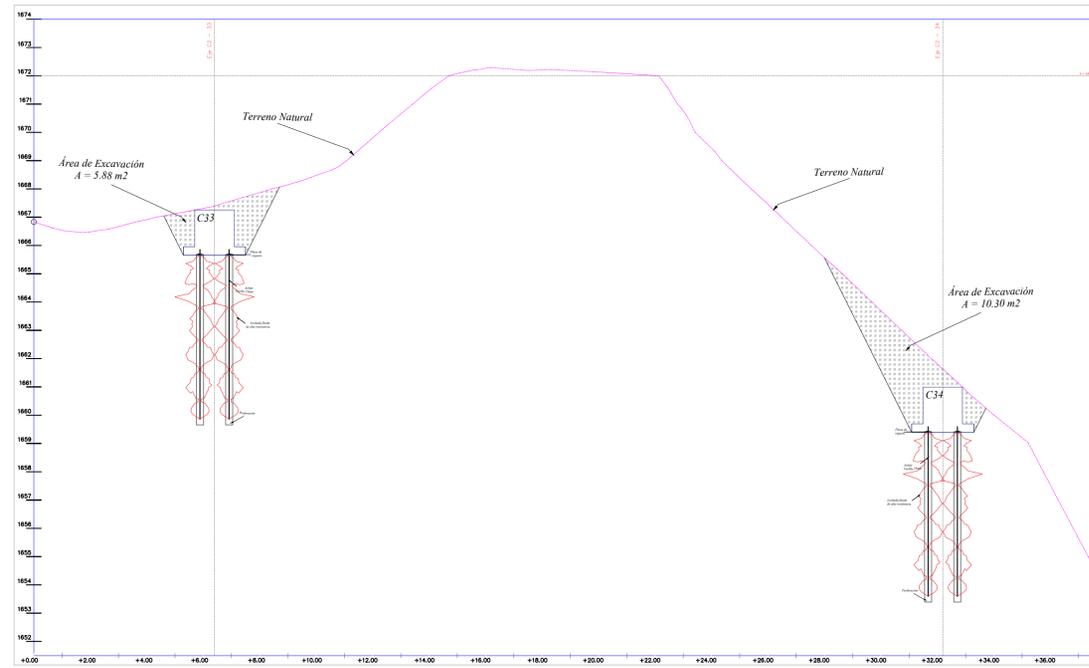
**EJE 12**

ESC:.....1: 75



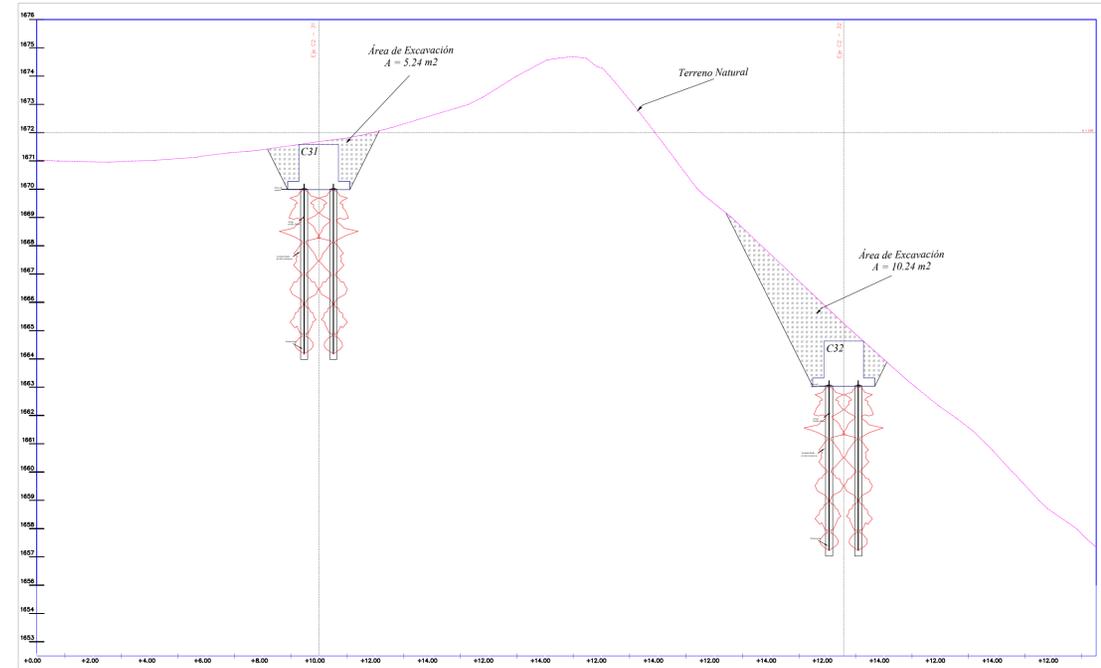
**EJE 15**

ESC:.....1: 75



**EJE 14**

ESC:.....1: 100



**EJE 13**

ESC:.....1: 100

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO DE CIMENTACIÓN RESTAURANTE "LA AUREOLA DEL ÁNGEL"**

CONTENIDO:

**EXCAVACIONES Y PLINTOS APOYADOS EN ANCLAJES CONTINUOS INYECTADOS**

Coordinador de Materia Integradora:

PhD. Andrés Velasteguí

Tutor de Área de Conocimiento:

PhD. Miguel Chávez

Tutores de Conocimientos Específicos:

- MSc. Samantha Hidalgo

- MSc. Danilo Dávila

- MSc. Pablo Daza

- Arq. Eunice Lindao

Estudiantes:

- Edgar Iván Gaibor Vera

- Andrea Gabriela Haro Fiallos

Fecha de Entrega:

11 / 01 / 2022

Lámina:

10 / 10

Escala:  
Indicadas

## **Anexo 3: Presupuesto y Análisis de precios unitarios.**

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

<b>PRESUPUESTO GENERAL DE TRABAJOS</b>					
<b>Código</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>U</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio TOTAL</b>
<b>Trabajos Preliminares</b>					
A1	Guardianía	mes	3	450	\$1,350.00
A2	Desbosque y limpieza de terreno.	m2	3952	1.39	\$5,493.28
A3	Apertura de vías de acceso para maquinaria.	m3	855	4.69	\$4,009.95
A4	Cerramiento provisional de pingos y lona. Altura, 2.40 metros.	m	105	16.32	\$1,713.60
A5	Instalaciones básicas provisionales	m3	4	236.66	\$946.64
A6	Baterías sanitarias provisionales	día	3	331.22	\$993.66
<b>Armado de Estructura</b>					
A7	Replanteo y nivelación.	m2	1676	1.97	\$3,301.72
A8	Excavación de terreno natural para Zapatas	m3	211.33	4.69	\$991.14
A9	Encofrado de madera, para estabilización de taludes.	m2	144	13.84	\$1,992.96
A10	Anclajes Continuos Inyectados, dispuestos en el terreno. Inc. Mano de obra.	u	98	385.44	\$37,773.12
A11	Hormigón Simple f'c = 140 Kg/cm2	m3	13.37	172.39	2304.8543
A12	Acero de refuerzo.	kg	11486.2	1.91	\$21,938.64
A13	Hormigón Estructural f'c = 210 Kg/cm2	m3	162.66	312.52	\$50,834.50
A14	Relleno compactación mecánica. (Material de excavación).	m3	221.90	3.88	\$860.96
A15	Limpieza de obra, y desalojo.	Glo	818.47	2.85	\$2,332.64
<b>Plan de Manejo Ambiental</b>					
A16	Plan de manejo ambiental	Glo	1	350	\$350.00
<b>Total General</b>					<b>\$137,187.67</b>
<b>Imprevistos</b>				<b>5%</b>	<b>\$6,859.38</b>
<b>IVA</b>				<b>12%</b>	<b>\$16,462.52</b>
<b>Total USD \$</b>					<b>160509.57</b>

**PRESUPUESTO FINAL:** Ciento sesenta mil, quinientos nueve dólares americanos, con cincuenta y siete centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Río Verde

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 1 de 16

**Rubro:** Guardianía

Unidad: mes

Detalle: Resguardo policial de la obra.

Código:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo - Hora	Rendimiento H/U	COSTO
Herramienta menor (5% MO)					0.00
Subtotal M					0.00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal / Mes	Costo - Hora	Rendimiento H/U	COSTO
Guardia de seguridad	1	450			450.00
Subtotal N					450.00
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	COSTO	
Subtotal O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					450.00
INDIRECTOS 15 %					0.18
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.39
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>450.00</b>

**Son:** Cuatrocientos cincuenta dólares americanos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Río Verde

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 2 de 16

**Rubro:** Desbosque y limpieza de terreno.

Unidad: m2

Detalle:

Código:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo - Hora	Rendimiento H/U	COSTO
Herramienta menor (5% MO)					0.06
Subtotal M					0.06
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal / Hora	Costo - Hora	Rendimiento H/U	COSTO
Peón	3	3.83	11.49	0.1	1.15
Subtotal N					1.15
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	COSTO	
Subtotal O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.21
INDIRECTOS 15 %					0.18
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.39
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.39</b>

**Son:** Un dólar americano con treinta y nueve centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 3 de 16

**Rubro:** Apertura de vías de acceso para maquinaria.

Unidad: m3

Detalle:

Código:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Herramienta menor (5% MO) Retroexcavadora	0.999	20	19.98	0.11	0.09 2.20
Subtotal M					2.29
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal / Hora	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Peón	1	3.83	3.83	0.11	0.42
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4.29	4.29	0.11	0.47
Ayudante de maquinaria	1	3.87	3.87	0.11	0.43
Operador de Retroexcavadora	1	4.29	4.29	0.11	0.47
Subtotal N					1.79
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	COSTO	
Subtotal O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Tarifa	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.08
INDIRECTOS 15 %					0.61
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.69
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>4.69</b>

**Son:** Cuatro dólares americanos con sesenta y nueve centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 4 de 16

**Rubro:** Cerramiento provisional de pingos y lona. Altura, 2.40 metros.

**Unidad:** m2

**Código:**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Herramienta menor (5% MO)					0.16
Subtotal M					0.16
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal / Hora	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Peón	1	3.83	3.83	0.4	1.53
Albañil	0.5	3.87	1.935	0.4	0.77
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.5	4.29	2.145	0.4	0.86
Subtotal N					3.16
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	COSTO	
Clavos 2 1/2"	Kg	0.05	2.51	0.13	
LONA VERDE	m2	2.4	1.6	3.84	
PINGOS DE EUCALIPTO 4-7m (10,12,14 CM DE DIAMETRO)	m	3	1.1	3.30	
Alfajia 7x7x250	m	3	1.2	3.60	
Subtotal O					10.87
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Tarifa	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					14.19
INDIRECTOS 15 %					2.13
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16.32
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>16.32</b>

**Son:** Dies y seis dólares americanos con treinta y dos centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 5 de 16

**Rubro:** Instalaciones básicas provisionales.

Unidad: u

Detalle:

Código:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Herramienta menor (5% MO)					0.46
Subtotal M					0.46
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal / Hora	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Peon	2	3.83	7.66	0.4	3.06
Albañil	2	3.87	7.74	0.4	3.10
Electricista	0.5	3.65	1.825	0.75	1.37
Maestro Mayor	1	4.29	4.29	0.4	1.72
Subtotal N					9.24
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	COSTO	
Llave de manguera. Manija 1"	u	2	9.55	19.10	
Manguera flex PE 1/2"	m	42	0.4	16.80	
Montura y accesorios para acometida de agua	u	2	33.5	67.00	
Breaker 2 polos 100 Amp. SD.	u	2	38.7	77.40	
Foco 100w	u	4	0.95	3.80	
Cable tw sólido #12	u	2	0.49	0.98	
Tomacorriente 110	u	4	2.35	9.40	
Boquilla sencilla de blaquelita	u	4	0.4	1.60	
Subtotal O					196.08
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Tarifa	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					205.79
INDIRECTOS 15 %					30.87
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					236.66
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>236.66</b>

**Son:** Doscientos treinta y seis dólares americanos con sesenta y seis centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 6 de 16

**Rubro:** Alquiler de batenías sanitarias.

Unidad: mes

Detalle:

Código:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Herramienta menor (5% MO)					0.19
Bateria Sanitaria	2	142	284	1	284.00
Subtotal M					284.19
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal / Hora	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Peón	1	3.83	3.83	1	3.83
Subtotal N					3.83
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio	COSTO	
Subtotal O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Tarifa	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					288.02
INDIRECTOS 15 %					43.20
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					331.22
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>331.22</b>

**Son:** Trecientos treinta y un dólares americanos con veinte y dos centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 7 de 16

Rubro: Replanteo y nivelación.

Unidad: M2

Detalle:

Código:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Herramienta menor (5% MO)					0.02
Equipo de Topografía	1	19.38	19.38	0.04	0.78
Subtotal M					0.80
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HOR	COSTO HORA	RENDIMIENTO H/U	COSTO
Peón	1	3.83	3.83	0.04	0.15
Cadenero	1	3.87	3.87	0.04	0.15
TOPOGRAFO 2: título exper mayor a 5 años	1	4.29	4.29	0.04	0.17
Subtotal N					0.47
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Clavos 2 1/2"	Kg	0.01	2.51	0.03	
ESTACAS, PIOLAS	Glb	0.03	13.56	0.41	
Subtotal O					0.44
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.71
INDIRECTOS 15 %					0.26
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.97
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.97</b>

**Son:** Un dólar americano con noventa y siete centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

Hoja 8 de 16

Unidad: m3

Código:

**Rubro:** Excavación de terreno natural para zapatas.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Herramienta menor (5% MO) Retroexcavadora	0.999	20	19.98	0.11	0.09 2.20
Subtotal M					2.29
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal / Hora	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Peón	1	3.83	3.83	0.11	0.42
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4.29	4.29	0.11	0.47
Ayudante de maquinaria	1	3.87	3.87	0.11	0.43
Operador de Retroexcavadora	1	4.29	4.29	0.11	0.47
Subtotal N					1.79
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	COSTO	
Subtotal O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Tarifa	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.08
INDIRECTOS 15 %					0.61
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.69
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>4.69</b>

**Son:** Cuatro dólares americanos con sesenta y nueve centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

Hoja 9 de 16

Unidad: m2

Código:

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**Rubro:** Encofrado de madera, para estabilización de taludes.

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Herramienta menor (5% MO)					0.17
Subtotal M					0.17
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal / Hora	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Ayudante de encofrador	2	3.83	7.66	0.3	2.30
Encofrador	1	3.87	3.87	0.3	1.16
Subtotal N					3.46
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	COSTO	
Tabla de encofrado 0.3x2.40	u	1.4	2.4	3.36	
Clavos 2 1/2"	Kg	0.5	2.51	1.26	
PINGOS DE EUCALIPTO 4-7m (10,12,14 CM DE DIAM)	m	3.44	1.1	3.78	
Subtotal O					8.40
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Tarifa	COSTO	
Subtotal P					0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>12.03</b>
INDIRECTOS 15 %					1.80
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.83
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>13.84</b>

**Son:** Trece dólares con ochenta y cuatro centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b> Anclajes Continuos Inyectados, dispuestos en el terreno. Inc. mano de obra.					Hoja 10 de 16
<b>Detalle:</b>					Unidad: u
					Código:
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Herramienta menor (5% MO)					1.18
Compresor 750 cfm	1		85		85.00
Perforadora neumática	1		121		121.00
Inyectora de lechada	1		75		75.00
					0.00
Subtotal M					282.18
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal / Hora	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Operadores Maquinaria	3	5.25	15.75	0.75	11.81
Peones	4	3.83	15.32	0.75	11.49
Maestro Mayor	0.5	4.9	2.45	0.154	0.38
					0.00
Subtotal N					23.68
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	COSTO	
Barra de acero 25mm / 6m	u	1	25.25	25.25	
Penconita	Kg	0.5	3.35	1.68	
Saco de cemento	Quintal	0.33	7.2	2.38	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
Subtotal O					29.30
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					335.16
INDIRECTOS 15 %					50.27
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					385.44
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>385.44</b>

**Son:** Trecientos ochenta y cinco dólares americanos con cuarenta y cuatro centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b> Hormigón Simple f'c = 140 Kg/cm <sup>2</sup> .					Hoja 11 de 16
					Unidad: m <sup>3</sup>
					Código:
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Herramienta menor (5% MO)					3.40
Concretera 1 saco	1	3.12	3.12	1.6	4.99
Subtotal M					8.39
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal / Hora	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Peón	8	3.83	30.64	1.6	49.02
Albañil	1	3.87	3.87	1.6	6.19
Operador de equipo liviano	1	3.65	3.65	1.6	5.84
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	1	4.29	4.29	1.6	6.86
Subtotal N					67.91
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	COSTO	
Arena gruesa	m <sup>3</sup>	0.65	15	9.75	
Grava	m <sup>3</sup>	0.95	15	14.25	
Cemento	kg	309	0.16	49.44	
Agua	m <sup>3</sup>	0.24	0.66	0.16	
Subtotal O					73.60
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Tarifa	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					149.90
INDIRECTOS 15 %					22.49
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					172.39
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>172.39</b>

**Son:** Ciento setenta y dos dólares americanos con treinta y nueve centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 12 de 16

Rubro: Acero de refuerzo.

Unidad: kg

Detalle:

Código:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Herramienta menor (5% MO)					0.02
Cizalla	1	1	1	0.05	0.05
Subtotal M					0.07
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal / Hora	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Peón	1	3.83	3.83	0.05	0.19
Fierrero	1	3.87	3.87	0.05	0.19
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.5	4.29	2.145	0.05	0.11
Subtotal N					0.49
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	COSTO	
Alambre de amarre	kg	0.05	1.6	0.08	
Acero de refuerzo Fy= 4200Kg/cm2	kg	1.05	0.97	1.02	
Subtotal O					1.10
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.66
INDIRECTOS 15 %					0.25
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.91
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>1.91</b>

**Son:** Un dólar americano con noventa y un centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
<b>Rubro:</b> Hormigón Estructural f'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>					Hoja 13 de 16
					Unidad: m <sup>3</sup>
					Código:
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Herramienta menor (5% MO)					6.12
Concreteira 1 saco	1	3.12	3.12	1.98	6.18
Vibrador	1	3.02	3.02	1.98	5.98
Subtotal M					18.28
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal / Hora	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Peón	13	3.83	49.79	1.98	98.59
Albañil	2	3.87	7.74	1.98	15.33
Carpintero	1	3.87	3.87	1.98	7.66
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.29	0.429	1.98	0.85
Subtotal N					122.43
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	COSTO	
Arena gruesa	m <sup>3</sup>	0.75	15	11.25	
Grava	m <sup>3</sup>	1.33	15	19.95	
Cemento	kg	396	0.16	63.36	
Aditivo plastocrete 161 HE	kg	1.17	2.2	2.57	
Encofrado	Global	1.35	25	33.75	
Agua	m <sup>3</sup>	0.25	0.66	0.17	
Subtotal O					131.05
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					271.76
INDIRECTOS 15 %					40.76
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					312.52
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>312.52</b>

**Son:** Trecientos doce dólares americanos con cincuenta y dos centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 14 de 16

**Rubro:** Relleno compactación mecánica. (Material de excavación).

Unidad: m3

Código:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Herramienta menor (5% MO)					0.13
Compactador mecánico	1	3	3	0.22	0.66
Subtotal M					0.79
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal	COSTO HORA	RENDIMIEN TO H/U	COSTO
Peón	2	3.83	7.66	0.22	1.69
Operador de equipo liviano	1	3.65	3.65	0.22	0.80
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.1	4.29	0.429	0.22	0.09
Subtotal N					2.58
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Subtotal O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.37
INDIRECTOS 15 %					0.51
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.88
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>3.88</b>

**Son:** Tres dólares americanos con ochenta y ocho centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

**PROYECTO:** Estabilización de taludes y cimentación de las edificaciones del mirador turístico "Aureola del Ángel".

**UBICACION:** Parroquia Rio Verde

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Hoja 15 de 16

**Rubro:** Limpieza de obra y desalojo.

Unidad: m2

Código:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Herramienta menor (5% MO)					0.12
Subtotal M					0.12
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Jornal / Hora	Costo / Hora	Rendimiento H / U	COSTO
Peón E. O. E2.	3	3.83	11.49	0.2	2.30
Maestro Mayor	0.1	4.29	0.429	0.15	0.06
Subtotal N					2.36
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	COSTO	
Subtotal O					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Subtotal P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.48
INDIRECTOS 15 %					0.37
UTILIDAD 0 %					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.85
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>2.85</b>

**Son:** Dos dólares americanos con ochenta y cinco centavos.

**ELABORO:** Gaibor Iván y Haro Gabriela

## **Anexo 4: Especificaciones técnicas y descripción de rubros.**

## ANEXO 4

### Especificaciones Técnicas

Rubro	Descripción	Unidad
A2	Desbosque y limpieza de terreno	mes

**DESCRIPCIÓN:** El rubro comprende obras de corte de vegetación, retirada de árboles, arbustos o hierbas de cualquier tipo; vegetación que comprenda dentro de las áreas de construcción indicados en los esquemas de intervención.

**PROCEDIMIENTO:** Los trabajos serán efectuados a mano y maquinaria, en tanto a la dificultad de retiro de la capa vegetal crezca o se reduzca.

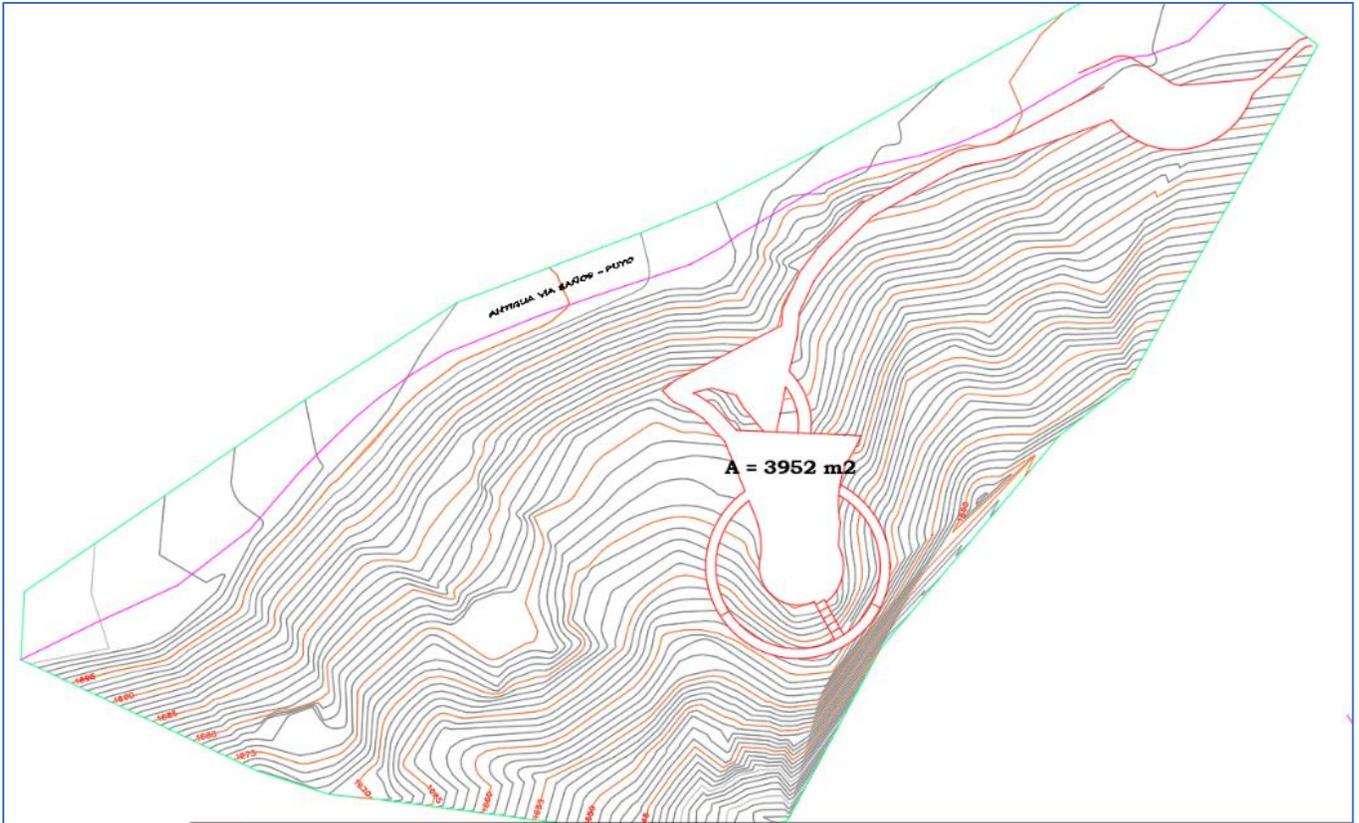
#### **EQUIPO:**

- Cargadora frontal
- Herramienta menor

#### **MANO DE OBRA:**

- Operador
- Ayudante de operador
- Peón

**MEDICIÓN Y PAGO:** El desbosque y la limpieza de terreno se mide en tanto a los metros cuadrados de terreno de intervención, dado que la extensión de la propiedad intervenida es mayor a la misma que se verá afectada por la construcción. El área de intervención de limpieza es la misma que la implantación, sumado sus alrededores, accesos, y área ocupada por instalaciones básicas del personal; sumando así una totalidad de 3952 metros cuadrados.



*Ilustración 1. Implantación de construcción de proyecto.*

Rubro	Descripción	Unidad
A4	Cerramiento provisional de pingos y lona. Altura: 2.40metros	mes

**DESCRIPCIÓN:** Este rubro es referente a un cerco provisional que será establecido con la finalidad de salvaguardar la maquinaria de difícil movilización, o herramienta menor que necesariamente deba ser dispuesta en el sitio de obras con recurrencia. La guardianía trabajará bajo la responsabilidad de resguardar el perímetro de lo que corresponda como las cercanías del proyecto.

**PROCEDIMIENTO:** Con pingos verticales a manera de columnas provisionales y lona que rodee la periferia de estos elementos, se genera un cerramiento que

**EQUIPO:**

- Herramienta menor

**MANO DE OBRA:**

- Maestro de obra
- Ayudantes

**MEDICIÓN Y PAGO:** El pago de este rubro se contabiliza en metros, debido a que se trabaja bajo una altura definida dictada por la normativa de construcción.

Rubro	Descripción	Unidad
A4	Cerramiento provisional de pingos y lona. Altura: 2.40metros	m

**DESCRIPCIÓN:** Debido a la lejanía del terreno de intervención, se deben instalar puntos de baterías sanitarias de fácil acceso, con la finalidad de no crecer en tiempos de traslado del personal en pro de realizar sus necesidades básicas.

**PROCEDIMIENTO:** Se instalará una batería sanitaria en el área de trabajo, conectada a una red de desfogue provisional.

**EQUIPO:**

- Transporte de la batería sanitaria y herramienta menor para la colocación de esta en sitio.

**MANO DE OBRA:**

- Peón
- Albañil
- Maestro de obra

**MEDICIÓN Y PAGO:** Se ha tomado en cuenta la instalación de un elemento portátil de batería sanitaria en el sitio, el mismo que se vale de un costo mensual de alquiler, contemplando tres meses de empleo, tiempo contemplado de ejecución para las obras de cimentación.

<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
A7	Replanteo y nivelación.	mes

**DESCRIPCIÓN:** Este rubro describe la ubicación de los puntos estratégicos de la construcción; sean estas líneas rasantes de vías de acceso o ubicaciones de ejes de zapatas o muros.

**PROCEDIMIENTO:** En el terreno de intervención se distribuirán hitos georreferenciados, los cuales no podrán ser retirados una vez culmine la construcción. Lo niveles utilizados en el perfil topográfico serán respetados, y las exportaciones de ubicaciones se realizarán de manera geométrica en base al plano de implantación inicial.

**EQUIPO:**

- Herramienta menor
- Equipo de topografía

**MANO DE OBRA:**

- Cadenero
- Topógrafo
- Maestro de obra

**MEDICIÓN Y PAGO:** Se considera el área total de intervención y los días empleados para la ubicación de todos los puntos de interés en el sitio. El rubro se contabiliza en pro de los metros cuadrados que corresponda el terreno de intervención.

<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
A8	Excavación de terreno natural para zapatas.	mes

**DESCRIPCIÓN:** Considera la limpieza de la capa vegetal y los movimientos de gran volumen, del suelo y otros materiales existentes en el mismo, mediante la utilización de maquinaria y equipos mecánicos.

**PROCEDIMIENTO:** Se empleará la maquinaria denominada “gallineta” debido a su facilidad de ingreso por su densidad reducida para retirar el terreno natural en la ubicación de cada una de las zapatas, se establecen así 36 huecos con diferentes dimensiones. El material retirado de la zona no será desalojado en su totalidad, ya que el mismo será empleado posteriormente para el relleno de la intervención realizada.

**EQUIPO:**

- Equipo mecánico de excavación.
- Herramienta menor
- Volqueta

**MANO DE OBRA:**

- Peón
- Operador de excavadora
- Ayudante de operador
- Chofer profesional para desalojo en volqueta

**MEDICIÓN Y PAGO:** Se medirá en unidad de volumen, la que se efectuará en banco, y su pago se realizará por metro cúbico " M3" ejecutado de acuerdo con planos. El rubro incluye todos los trabajos de excavación a máquina sin clasificar y su desalojo. En caso de que parte del material de excavación, se lo utilice nuevamente para rellenos, estos porcentajes se tendrán en cuenta, para la determinación del precio unitario del rubro.

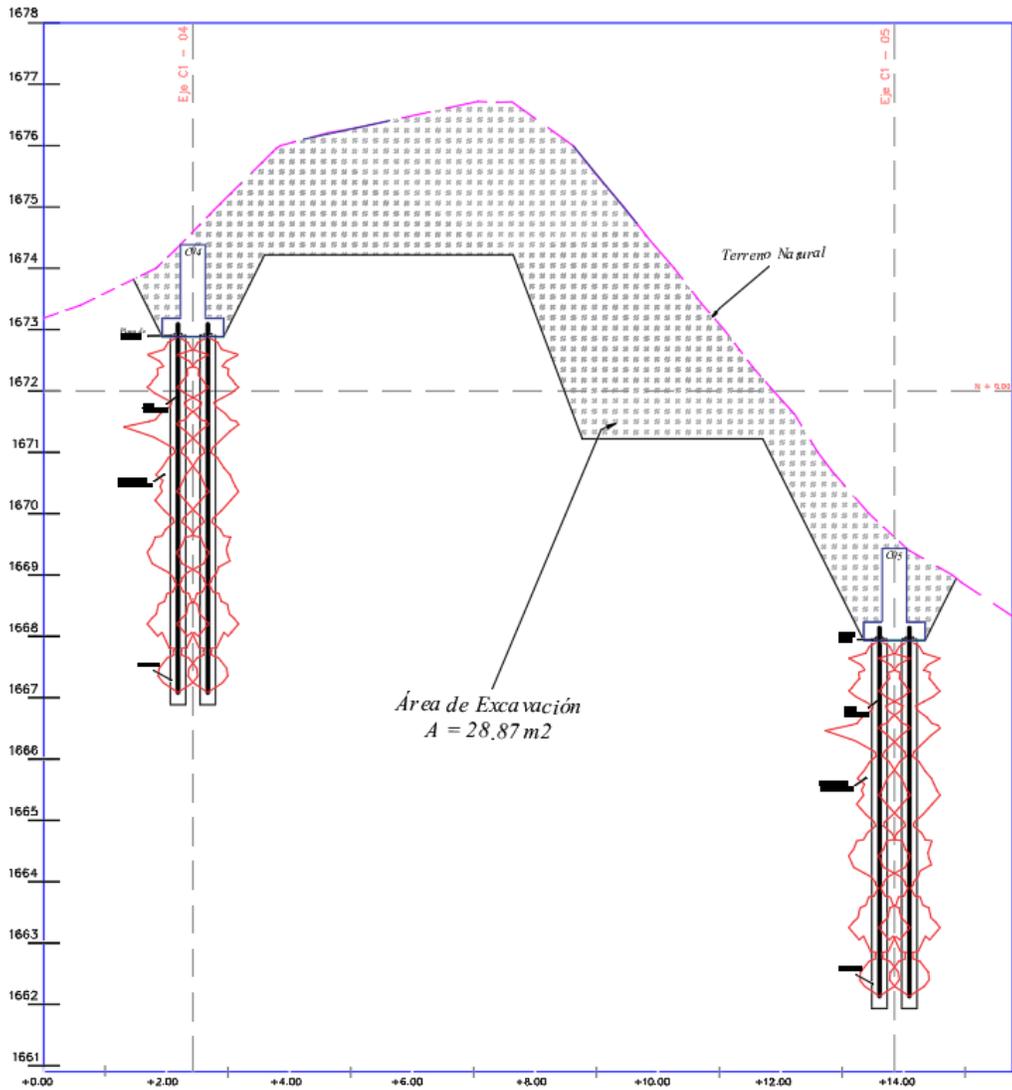


Ilustración 2. Ejemplo de perfil de excavación para contabilización de movimiento de tierra.

Fuente: Autores

	Área transversal de excavación	Longitud promedio	Esponjamiento	Volumen de excavación
<b>Unidad</b>	m <sup>2</sup>	m	%	m <sup>3</sup>
<b>Valor</b>	130.81	1.2	5	164.82
	34.08	1.3	5	46.51
			<b>TOTAL</b>	<b>211.33</b>

<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
A9	Encofrado de madera, para estabilización de taludes.	m2

**DESCRIPCIÓN:** Describimos por encofrado de columnas las formas volumétricas que se confeccionan con alfajías y tableros de duela cepillada y pulida, para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma y acabado final previstos y conseguir una estructura final que cumpla con las superficies, formas, líneas y dimensiones de las columnas que se especifican en planos y detalles del proyecto.

**PROCEDIMIENTO:** La madera y duela utilizada para encofrados será rechazada cuando presente nudos, alabeos o deformaciones que perjudiquen al elemento a fundir. Replanteo y trazado de los ejes y dimensiones de la columna. Escuadrado de los laterales de la columna.

**EQUIPO:**

- Moladora
- Herramienta menor

**MANO DE OBRA:**

- Maestro de obra
- Carpintero
- Ayudante

**MEDICIÓN Y PAGO:** Se medirá el área del encofrado que se encuentra en contacto con el hormigón y su pago se lo efectuará por metro cuadrado " M2 ". El costo incluye todos los sistemas de sujeción, apuntalamiento y sustentación que se requiera para lograr la ejecución y estabilidad del encofrado. En este caso, bajo la medición de paredes por soportar, se contabilizó 144 metros cuadrados.

Rubro	Descripción	Unidad
A10	Anclajes Continuos Inyectados, dispuestos en el terreno. Incluye mano de obra.	mes

**DESCRIPCIÓN:** Este rubro se basa en la inyección de dispositivos conocidos como “anclajes continuos inyectados” como fase inicial previa a la disposición de zapatas y muros de contención. Lo anclajes se unen a la subcapa terrestre, con seis metros de inserción y generan un todo general de acción, incrementando la capacidad portante del terreno de intervención.

**PROCEDIMIENTO:** El equipo encargado de las perforaciones es el primero en generar una extracción vertical del suelo, retirando un cilindro de 25 cm de radio de la subcapa profunda del terreno de intervención, luego, se ubica una varilla de 25 mm, de 6 m de longitud, dentro de los agujeros previamente realizados. Una vez el par agujero – varilla se concrete, la maquinaria inyectora dispone a presión dentro de estos agujeros la “lechada de hormigón” con aditivo. En la parte superior de esta composición sobre sale 20 cm de varilla que funciona junto con una placa de reparto a manera de dispositivo de transmisión al elemento de cimiento general.

**EQUIPO:**

- Perforadora neumática
- Inyectora de lechada
- Sistemas de elevación y descenso
- Herramienta menor
- Compresor

**MANO DE OBRA:**

- Operadores de maquinaria
- Ayudantes

**MEDICIÓN Y PAGO:** Cada uno de los anclajes, y la cuadrilla de elaboración de contabilizará por unidad ubicada en el sitio. El precio por anclaje final será de \$380.

<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
A11	Hormigón Simple $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$	m <sup>3</sup>

**DESCRIPCIÓN:** Es el hormigón simple, generado a partir de la mezcla de cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, agua, generalmente de baja resistencia, utilizado como la base de apoyo de elementos estructurales, tuberías y que no requiere el uso de encofrados. El objetivo es la construcción de replantillos de hormigón, especificados en planos estructurales, documentos del proyecto o indicaciones de fiscalización. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

**PROCEDIMIENTO:** Las superficies donde se va a colocar el replantillo estarán totalmente limpias, compactas, niveladas y secas, para proceder a verter el hormigón, colocando una capa del espesor que determinen los planos del proyecto o fiscalización. No se permitirá verter el hormigón desde alturas superiores a 2000 mm. por la disgregación de materiales. Se realizará una compactación mediante vibrador, en los sitios donde se ha llegado a cubrir el espesor determinado, y a la vez las pendientes y caídas indicadas en planos o por fiscalización, se las realizará en ésta etapa.

**EQUIPO:**

- Concretetera
- Vibrador
- Herramienta menor

**MANO DE OBRA:**

- Maestro de obra
- Peones
- Operador de concretetera
- Oficiales

**MEDICIÓN Y PAGO:** La medición se hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico " M3 ". Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir el volumen efectivo del rubro realizado, que cumpla con las especificaciones técnicas y la resistencia de diseño.

	<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>Área de zapatas</b>	<b>Longitud</b>	<b>Desperdicio</b>	<b>Volumen de Hormigón</b>
<b>Unidad</b>		<b>u</b>	<b>m2</b>	<b>m</b>	<b>%</b>	<b>m3</b>
<b>Valor</b>	<b>Z1</b>	30	0.1	1	5	3.15
	<b>Z2</b>	6	0.1	2.1	5	1.32
	<b>M1</b>	1	0.23	10.19	5	2.46
	<b>M2</b>	1	0.23	15.56	5	3.76
	<b>M3</b>	1	0.35	7.29	5	2.68
					<b>TOTAL</b>	<b>13.37</b>

*Tabla 1. Contabilización de hormigón 140 Fc.*

<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
A12	Acero de refuerzo	Kg

**DESCRIPCIÓN:** Se contemplan las operaciones necesarias para cortar, doblar, conformar ganchos, soldar y colocar el acero de refuerzo que se requiere en la conformación de elementos de hormigón armado.

Disponer de una estructura de refuerzo para el hormigón, y que consistirá en el suministro y colocación de acero de refuerzo de la clase, tipo y dimensiones que se indiquen en las planillas de hierro, planos estructurales y/o especificaciones.

**PROCEDIMIENTO:** Debido a que la planificación de las obras de cimentación culmina con contacto directo de los elementos estructurales y el suelo, el recubrimiento mínimo dispuesto será de 7.5 centímetros de hormigón. Las varillas se sujetarán con alambre galvanizado, respetando las zonas de traslapo y el diseño estructural planteado.

**EQUIPO:**

- Dobladora de acero
- Herramienta menor

**MANO DE OBRA:**

- Peón
- Fierro
- Albañil
- Maestro de obra

**MEDICIÓN Y PAGO:** El rubro se contabiliza en kilogramos, así se difiera en los diámetros de la perfilera empleada y el costo refiere al personal y número de días que se emplee en su ejecución. El valor final de presupuesto de kilogramos de acero 4200 Kg/cm<sup>2</sup> es de 11486.20 Kg.

PLANILLA DE HIERROS											
Mc	Tipo	Æ	N°	Dimensiones					Long.De s.	Long. Tot.	Peso (Kg)
				a	b	c	d	g			
<b>PLINTOS</b>											
100	I	12	360	0.90				2 x 0.10	1.10	396.00	351.65
101	I	12	156	2.00				2 x 0.10	2.20	343.20	304.76
<b>COLUMNAS</b>											
300	O	10	360		2 x 0.32	2 x 0.32		2 x 0.05	1.38	496.80	306.53
301	O	10	72		2 x 1.32	2 x 1.32		2 x 0.05	5.38	387.36	239.00
302	L	16	514	1.50			0.35		1.85	950.90	1500.52
303	L	16	480	1.50			0.30		1.80	864.00	1363.39
<b>MUROS</b>											
401	L	14	35	4.91	1 x 0.25				5.16	180.60	218.16
402	I	14	15	8.56					8.56	128.40	155.11
403	I	12	11	8.56					8.56	94.16	83.61
404	I	14	22	10.12					10.12	222.64	268.95
405	I	14	200	2.23					2.23	446.00	538.77
406	I	16	9	2.53					2.53	22.77	35.93
407	I	16	9	4.13					4.13	37.17	58.65
408	I	16	9	1.73					1.73	15.57	24.57
409	C	16	43	4.42	1 x 0.20	1 x 0.40			5.02	215.86	340.63
410	L	14	56	4.91	1 X 0.25				5.16	288.96	349.06
411	I	14	15	13.99					13.99	209.85	253.50
412	I	12	11	13.99					13.99	153.89	136.65
413	I	14	310	2.20					2.20	682.00	823.86
414	I	14	24	15.49					15.49	371.76	449.09
415	I	16	14	4.13					4.13	57.82	91.24
416	I	16	67	4.42	1 x 0.20	1 x 0.40			5.02	336.34	530.74
417	I	16	14	1.73					1.73	24.22	38.22
418	I	16	14	2.53					2.53	35.42	55.89
419	L	14	29	7.20	1 x 0.26				7.46	216.34	261.34
420	I	14	30	5.66					5.66	169.80	205.12
421	I	12	24	5.66					5.66	135.84	120.63
422	I	14	146	3.43					3.43	500.78	604.94
423	I	14	12	7.22					7.22	86.64	104.66
424	I	16	6	4.81					4.81	28.86	45.54
425	I	16	6	5.97					5.97	35.82	56.52
426	I	16	41	6.47	1 x 0.22	1 x 0.52			7.21	295.61	466.47
427	I	16	6	2.49					2.49	14.94	23.58
428	I	16	6	3.65					3.65	21.90	34.56

Tabla 2. Planillaje de acero en zapatas y muros.

Rubro	Descripción	Unidad
A13	Hormigón Estructural $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	m <sup>3</sup>

**DESCRIPCIÓN:** Se considera al hormigón como la mezcla uniforme de cemento Portland, árido fino, árido grueso, agua y aditivos. Para la dosificación del hormigón se debe observar la resistencia, consistencia y tamaño máximo de los áridos, las características técnicas, forma de medida, mezclado, colocado y curado, que son los datos a partir de los cuáles se determina las cantidades de material necesarios para obtener el hormigón de la resistencia especificada. Las proporciones definitivas deben establecerse mediante diseños y ensayos de laboratorio, cuyas especificaciones se observarán en obra. En el caso de utilizar "hormigón premezclado" se exigirá a la empresa proveedora los ensayos y resultados de los materiales utilizados, así como los diseños y resultados de los ensayos que verifiquen la resistencia del hormigón solicitado.

**PROCEDIMIENTO:** Una vez el encofrado haya sido empleado en los perímetros del elemento, se continua con la disposición del hormigón mezclado en sitio dentro de los canales de desfogue, verificando se una correcta vibración de manera continua conforme se crezca en la fundición. Posterior al cúlmine de este procedimiento, cada uno de los elementos se “abandonaran” durante 28 días, hasta que estos alcancen su fraguado al 100%.

**EQUIPO:**

- Concreteira
- Vibrador
- Herramienta menor

**MANO DE OBRA:**

- Maestro de obra
- Peones
- Operador de concreteira
- Oficiales

**MEDICIÓN Y PAGO:** La medición se hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico " M3 ". Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir el volumen efectivo del rubro realizado, que cumpla con las especificaciones técnicas y la resistencia de diseño.

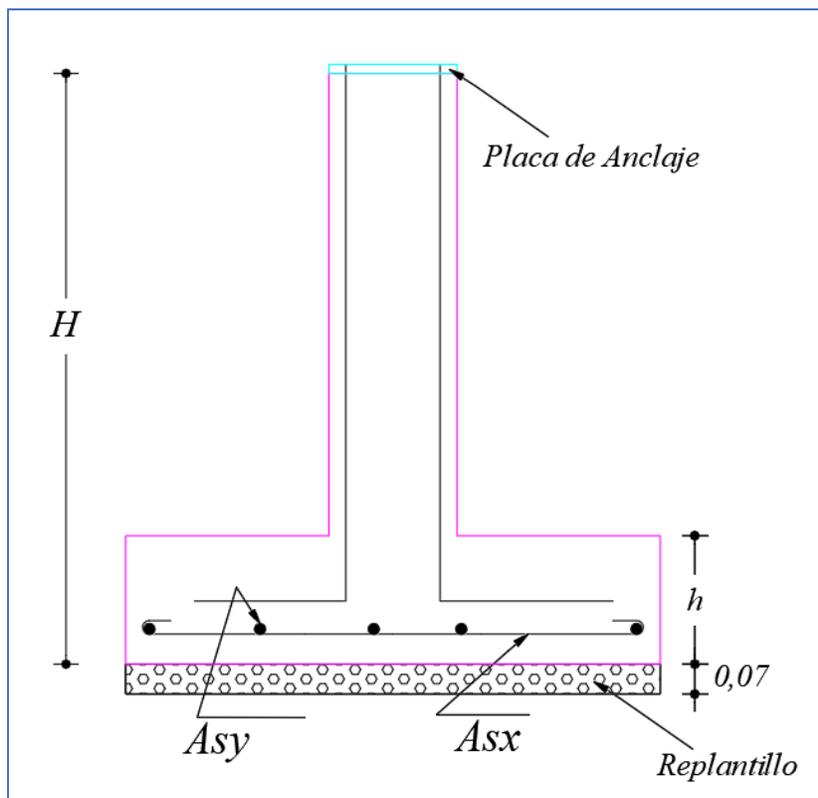


Ilustración 3. Columna modelo para empleo de hormigón 210 F'c.

	Elemento	n	Área de zapatas	Longitud	Desperdicio	Volumen de Hormigón
Unidad		u	m <sup>2</sup>	m	%	m <sup>3</sup>
Valor	Z1	30	0.3	1	5	9.45
			0.48	0.4	5	6.05
	Z2	6	0.63	1.4	5	5.56
			1.82	2.1	5	24.08
	M1	1	2.75	10.19	5	29.42
	M2	1	2.75	15.56	5	44.93
	M3	1	5.64	7.29	5	43.17
					<b>TOTAL</b>	162.66

Tabla 3. Contabilización de volumen de hormigón 210 F'c.

<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
A15	Limpieza de obra, y desalojo.	mes

**DESCRIPCIÓN:** Una vez las obras de cimentación hayan finalizado, el proceso de abandono de obra abarca el desalojo de todo material residual, limpieza y retirada de elementos externos que hayan sido empleados en la ejecución de cimentaciones.

**PROCEDIMIENTO:** Con cargadoras frontales se retirarán los materiales de mayor dimensión depositándolos en lugares seleccionados o relleno sanitario y para aquellos maleables se emplearán tres oficiales, que revisen y aseguren no dejar residuos en el terreno.

**EQUIPO:**

- Cargadora frontal
- Herramienta menor

**MANO DE OBRA:**

- Operador
- Oficiales

**MEDICIÓN Y PAGO:** El pago de la maquinaria se realizará por hora de empleo, mientras que la mano de obra se contabilizará en torno a las horas de empleo en el trabajo.

<b>Rubro</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
A16	Plan de manejo ambiental	mes

**DESCRIPCIÓN:** Este rubro refiere al valor promedio de la planificación textual avalada por un profesional en el ámbito ambiental; este describe los procedimientos reales a ponerse en práctica al momento de la construcción de la cimentación. Además, esta documentación es un requerimiento de la entidad municipal en pro de la obtención de permisos de construcción en el área.

**PROCEDIMIENTO:** El profesional tomará la información de sitio y de la construcción proyectada para así generar un documento con especificaciones reales de las medidas de mitigación a realizarse en el momento de la ejecución de la cimentación.

**EQUIPO:** No Aplica

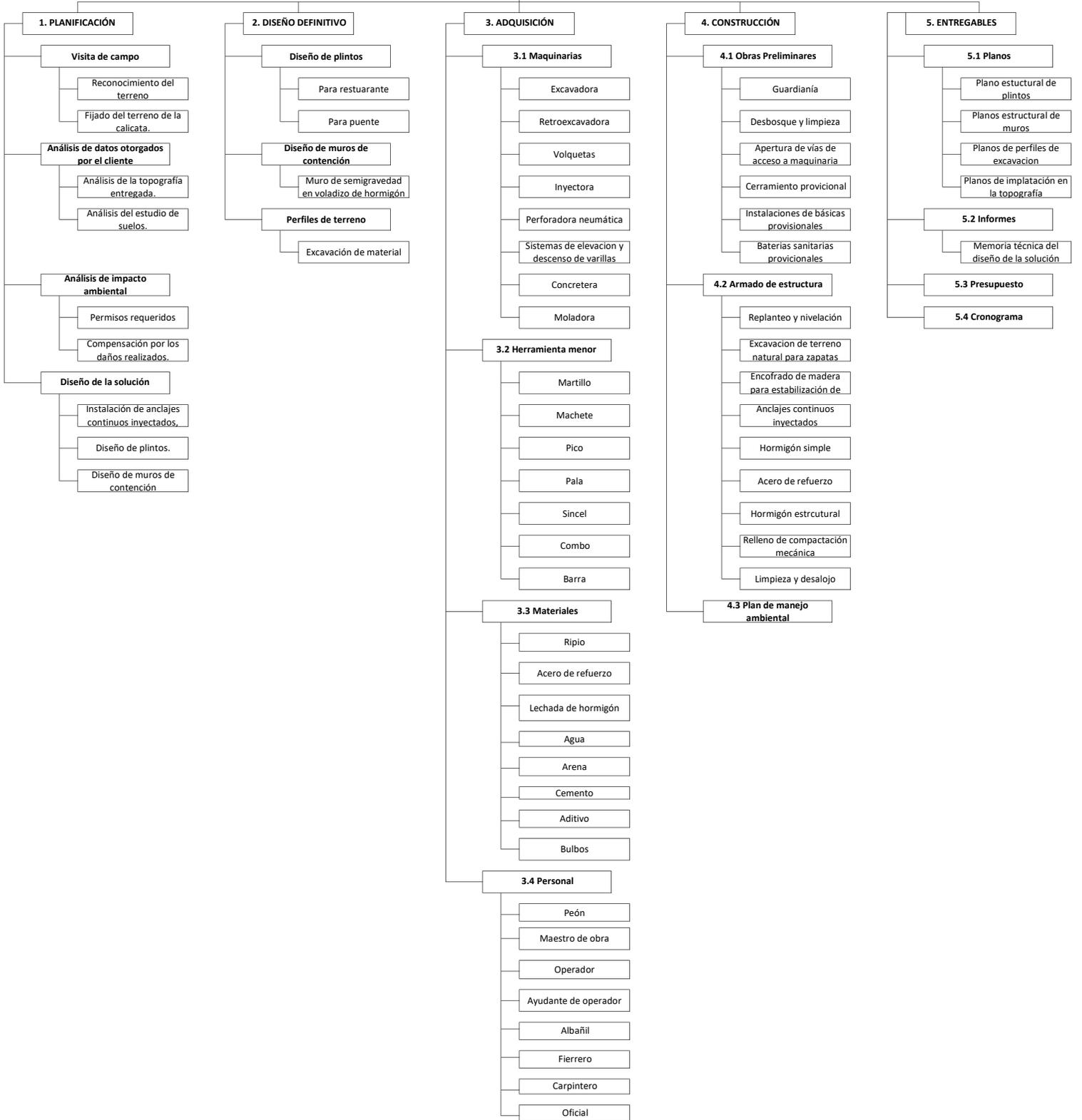
**MANO DE OBRA:** Profesional del ámbito de la mitigación de impacto ambiental.

**MEDICIÓN Y PAGO:** El costo promedio del informe requerido en el medio parte de un precio global, en este caso presupuestado como \$350.

## **Anexo 5: Matriz EDT**

	<p>CONSULTORA " "</p> <p>PROYECTO: SOLUCIONES DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN PARA EL COMPLEJO DENOMINADO "AUREOLA DEL ÁNGEL"</p> <p>INTEGRANTES: EDGAR IVÁN GAIBOR VERA , HARO FIALLO ANDREA GABRIELA</p>
ESTRUCTURA DE DESGLOCE DE TRABAJO	

**SOLUCIONES DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN PARA EL COMPLEJO DENOMINADO "AUREOLA DEL ÁNGEL"**



## **ANEXO 6: FOTOGRAFÍAS**



*FOTO 1. Dia de presentación del proyecto.*



*FOTO 2. Vista superior del terreno*



*FOTO 3. Rocas presentes en el terreno.*



*FOTO 4. Vista superior de la plataforma.*



*FOTO 5. Vista frontal superior de la plataforma.*