



**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITETURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**INFLUENCIA DE LOS PROBLEMAS GEOTECTÓNICOS SOBRE
LAS OBRAS VIALES EN LA CIUDAD DE ICA DURANTE EL
AÑO 2016**

PRESENTADO POR:

PASAPERA CHACALIAZA MELANIE JAZMIN

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ICA - PERÚ

2016

DEDICATORIA:

A Dios por haberme darne salud y haberme permitido llegar hasta el final de mi formación como Ingeniero civil.

AGRADECIMIENTO:

A mis padres por haberme apoyado en todo momento, por sus ejemplos de perseverancia y por sus consejos, sus valores que permitieron ser una persona de bien.

RECONOCIMIENTO:

A las autoridades y docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil - Universidad Privada "Alas Peruanas" de Ica, quienes me han brindado el apoyo suficiente para poder realizar el presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RECONOCIMIENTO.....	iv
ÍNDICE.....	v
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL	2
1.2.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL	3
1.3. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	3
1.3.1. PROBLEMA PRINCIPAL	3
1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	3
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES	5
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL	5
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	5
1.5.3. VARIABLES (OPERACIONALIZACIÓN)	6
1.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
1.6.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	6
a) TIPO DE INVESTIGACIÓN	6
b) NIVEL DE INVESTIGACIÓN	7
1.6.2 MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	7
a) MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	7
b) DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	7
1.6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	8
a) POBLACIÓN	8
b) MUESTRA	8

1.6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	9
a) TÉCNICAS	9
b) INSTRUMENTOS	9
1.6.5 JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES	10
a) JUSTIFICACIÓN	10
b) IMPORTANCIA	10

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	11
2.2 BASES TEÓRICAS	14
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	59

CAPÍTULO III PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1 ANÁLISIS DE TABLAS Y GRÁFICOS	61
3.1.1 PRUEBA DE HIPÒTESIS	80
3.1.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	90
3.2 CONCLUSIONES	92
3.3 RECOMENDACIONES	93
3.4 FUENTES DE INFORMACIÓN	94
3.5 ANEXOS	96
3.5.1 MATRIZ DE CONSISTENCIA	97
3.5.2 ENCUESTAS – CUESTIONARIOS – ENTREVISTAS	99

Índice de Tablas

	PAG
Tabla 01.....	61
Tabla 02.....	62
Tabla 03.....	64
Tabla 04.....	66
Tabla 05.....	67
Tabla 06.....	69
Tabla 07.....	70
Tabla 08.....	71
Tabla 09.....	72
Tabla 10.....	73
Tabla 11.....	75
Tabla 12.....	76
Tabla 13.....	77
Tabla 14.....	78
Tabla 15.....	79

Índice de Figuras

PAG

Figura 01.....	27
Figura 02.....	30
Figura 03.....	31

Índice de Fotos

Foto 01.....	21
Foto 02.....	22
Foto 03.....	44
Foto 04.....	64
Foto 05.....	65
Foto 06.....	68
Foto 07.....	74

RESUMEN

INFLUENCIA DE LOS PROBLEMAS GEOTECTÓNICOS SOBRE LAS OBRAS VIALES EN LA CIUDAD DE ICA DURANTE EL AÑO 2016.

Esta investigación tuvo como objetivo general investigar, si los problemas geotécnicos influyen sobre las obras viales, en la ciudad de Ica durante el año 2016.

La investigación fue de tipo aplicada, de acuerdo a la profundidad de la investigación pertenece al nivel descriptivo y correlacional, de corte transversal y no experimental.

El muestreo fue no probabilístico por que el sujeto de análisis será seleccionado intencionalmente, para ello se seleccionaran aquellos docentes nombrados, quedando conformado por 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.

Para obtener la información básica a fin de cumplir con los objetivos propuestos y para probar las hipótesis planteadas, se utilizó el formulario de cuestionario, que tiene la finalidad, de recolectar datos con el propósito de determinar, la influencia de los problemas geotécnicos sobre las obras viales.

Se concluye que en las construcciones de obras viales, en la ciudad de Ica no se ha tenido en cuenta, los problemas geotécnicos que suelen presentarse en lo suelos, considerando que la ciudad de Ica es altamente sísmica, situación por la que los especialistas en el tema concluyen, que solo se realiza el estudio en el ámbito civil mas no en el geotectónico. Situación por la que se deduce que no existe, un proceso de interacción entre el diseñador de la vía y geólogos e ingenieros geotecnistas.

PALABRAS CLAVES:

Problemas geotectónicos, obras viales.

ABSTRACT

INFLUENCE OF THOSE PROBLEMS GEOTECHNICAL ABOUT THEM WORKS ROAD IN THE CITY OF ICA DURING THE YEAR 2016.

This research had as general objective to investigate whether the Geotechnical problems influence the road works in the city of Ica during the year 2016.

The research was applied, according to the depth of the research belongs to descriptive and explanatory, cross-cutting and non-experimental level.

The sampling was no probability that the subject of analysis will be selected intentionally, so will be selected teachers named, being comprised of 40 teachers from the University San Luis Gonzaga de Ica. For the basic information in order to comply with the proposed objectives and to prove the assumptions made, was used the form of questionnaire, which aims to collect data for the purpose of determining the influence of the Geotechnical problems on the road works.

Concluding that in them constructions of works road not is has had in has them problems geotechnical that tend to present is in it soils of the city of Ica, situation by which them specialists in the subject conclude that only is performed the study in the field civil more not in the tectonic. Situation by which it can be deduced that a process of interaction there is between the via and geologists and engineers geotecnistas Designer.

KEY WORDS

Problems geotectonic, works road.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de la Tierra, la superficie del planeta ha ido cambiando. Las características que la definen son el resultado de la interacción de procesos de origen externo e interno. La radiación solar da lugar a la circulación de la atmósfera y de la hidrosfera, las cuales esculpen la superficie del planeta.

La Tectónica y la Geología Estructural estudian la deformación de las rocas de la litosfera y tratan de reconstruir los movimientos y procesos que han originado su estructura. En el campo de la ingeniería civil, es la proyección y ejecución de infraestructuras y servicios emplazados en el subsuelo urbano. De la necesidad de tener un control absoluto del comportamiento del conjunto obra-terreno edificación circundante, para hacer frente al riesgo que entraña construir dentro de un medio heterogéneo como es el terreno, surge la auscultación. Con ella se obtiene una herramienta que permite garantizar la correcta ejecución de la propia obra y la integridad estructural de las construcciones vecinas y permite la detección de problemas con anterioridad a que éstos ocurran, con lo que se puede actuar para evitarlos.

Para la mayoría de los constructores, los criterios utilizados al adquirir un lote son basados en estudios netamente de mercadeo, a las características presentes en el suelo donde se pretende construir no se le establece la importancia que realmente tiene dentro del campo de la construcción, excluyendo, las condiciones del subsuelo siendo estas, las que debería resultar de mayor interés, tanto para quienes proyectan y construyen como para los clientes, Debido a que sus condiciones físico-mecánicas y ambientales pueden poner en peligro no solo la viabilidad de un proyecto sino el bienestar de las personas que habiten las construcciones.

La presente investigación estudió la influencia que tiene los problemas geotécnicos sobre las obras civiles en la ciudad de Ica.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En Colombia el ministro Alderete, manifestó que en noventa por ciento de los paquetes estructurales de las diferentes obras viales, en marcha en el país, presentan deficiencias y deberán ser ajustados y que en los proyectos que están siendo revisados, en algunos de ellos, ya se ha decidido el monto de los ajustes y que rondan entre los 17 y 19 por ciento. *"Es decir, respetando los límites establecidos en las normas legales vigentes y que señalan nunca se puede sobrepasar el 20 por ciento"*.

Cabe acotar que en la mayoría de las obras viales y que son auditadas actualmente por la consultora brasileña Strata Engenharia, los incrementos en varios tramos superan ampliamente el límite del 20%. Entre ellos por ejemplo se encuentra el ramal que une Pozo Colorado con Concepción, pésima carretera construida inicialmente por el MOPC.

Este emprendimiento vial tuvo nada menos que un sobre costo del orden del 65 por ciento y ni así se pudo lograr que la carretera se encuentre más o menos en condiciones.

A menudo las cuestiones de riesgo se asocian con lo que se va a construir y no con los suelos sobre los que se va a fundar la obra, por lo tanto resulta bastante habitual que se construyan obras de importancia sin un estudio geotécnico previo acorde con la realidad. Dando como resultado problemas como fisuras en construcciones relativamente nuevas, canales cuyos taludes no resultan estables, erosiones que comprometen la integridad

estructural de puentes y estructuras, hundimientos de calzadas después de construcción de obras, estructuras colapsadas por excavaciones próximas

Un conocimiento geotécnico limitado o inexistente ha motivado incluso, importantes cambios de proyecto que se han traducido en diferencias significativas respecto a los presupuestos originales.

El conocimiento de los suelos como material de construcción, es de suma importancia, también, para decidir metodologías constructivas disminuyendo de esta manera riesgos de vidas humanas y equipamiento, y costos de obra.

Las obras civiles sufren deformaciones y alteraciones debido a la elección no adecuada de cimentaciones y al desconocimiento del comportamiento del suelo, donde se presentan deslaves, hundimientos y agrietamientos superficiales, originando pérdidas a fallas estructurales, excesivos costos de mantenimiento y corta vida útil de las estructuras.

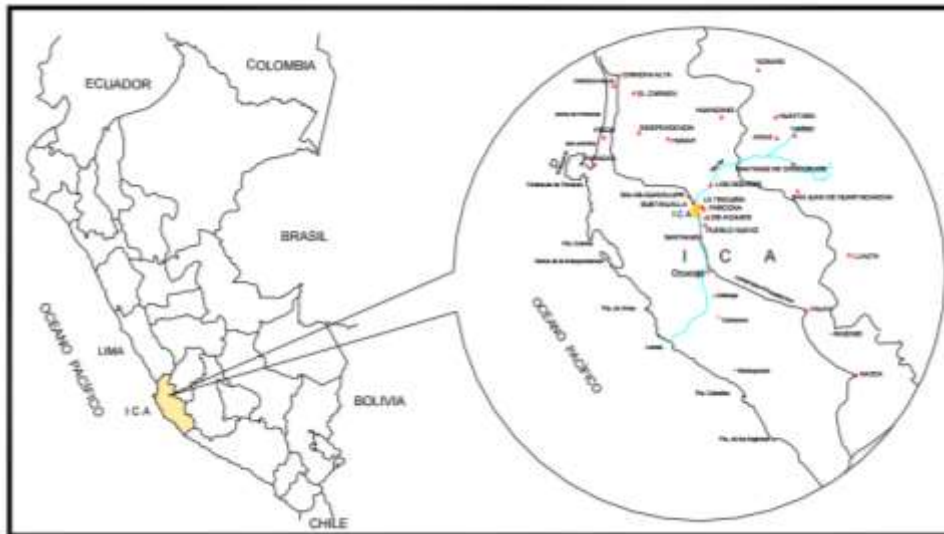
En la presente investigación se pretende analizar los problemas que se originan al no realizar los estudios de mecánica de suelos a los tipos de obras que se pretenden construir.

De esta manera llegar a la propuesta de métodos teóricos - prácticos de soluciones ante los problemas geotécnicos que se pudieran presentar.

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

Esta investigación está delimitada en la ciudad de Ica.



1.2.2 TEMPORAL

El tiempo en que se llevó a cabo esta investigación fue durante el año 2016.

1.3 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

Por las razones expuestas anteriormente nos llevan a plantear la siguiente pregunta de investigación:

1.3.1 PROBLEMA PRINCIPAL:

¿En qué medida los problemas geotécnicos influyen sobre las obras viales de Ingeniería civil, ciudad de Ica durante el año 2016?

1.3.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

- a) ¿En qué medida el terreno como cimiento influye sobre las obras viales, ciudad de Ica durante el año 2016?
- b) ¿En qué medida el terreno como productor influye sobre las obras viales, ciudad de Ica durante el año 2016?

- c) ¿En qué medida el terreno como propia estructura influye sobre las obras viales, ciudad de Ica durante el año 2016?
- d) ¿En qué medida el terreno como material influye sobre las obras viales, ciudad de Ica durante el año 2016?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL:

Investigar si los problemas geotécnicos influyen sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Determinar si el terreno como cimienta influye en la deformabilidad y resistencia sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.
- b) Describir la influencia del terreno como productor sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016, para una correcta contención del terreno.
- c) Explicar la influencia del terreno como propia estructura que permita estabilidad sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.
- d) Establecer la influencia del terreno como material para una buena selección del método de colocación sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

1.5 HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

Los problemas geotécnicos podrían influir significativamente sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

1.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) Existe influencia directa del terreno como cimiento para reducir la deformabilidad y aumentar la resistencia sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

- b) Existe influencia directa del terreno como productor sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016. Permitiendo una correcta contención del terreno.

- c) Existe influencia directa del terreno como propia estructura mejorando la estabilidad de las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

- d) Existe influencia directa del terreno como material en la correcta selección del método de colocación sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

1.5.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMAS GEOTECNICOS	Terreno como cimiento	Forma de apoyo Transmisión de cargas Deformabilidad Resistencia
	Terreno como productor de cargas	Contener el terreno Magnitud Distribución de los empujes
	Terreno como propia estructura	Inclinación del talud Estabilidad
	Terreno como material	Material de construcción Método de colocación
OBRAS VIALES	Carreteras	Grandes extensiones Poca profundidad del subsuelo
	Puentes	Peso total del puente Cargas que soporta Diseño de las cimentaciones

Fuente: Elaboración propia

1.6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

a) Tipo de Investigación

El trabajo de investigación pertenece a una investigación aplicada. Para Murillo (2008), la investigación aplicada recibe el nombre de investigación práctica o empírica, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación.

b) Nivel de Investigación

Corresponde a un nivel II y III de acuerdo a la profundidad de la investigación pertenece al nivel descriptivo y correlacional.

Describir en términos metodológicos consiste en indicar todas las características del fenómeno que se estudia. Hernández S. y otros (Ob. Cit.: 60) precisan aún más esto señalando que "...Desde el punto de vista científico, describir es medir". Esta última definición es importante, por cuanto implica por parte del investigador la capacidad y disposición de evaluar y exponer, en forma detallada, las características del objeto de estudio. Además, estos estudios permiten poner de manifiesto los conocimientos teóricos y metodológicos del autor del estudio, ya que evidencia el nivel cognitivo y operativo de conceptos y categorías relacionados con el tema.

Es correlacional; según Carlos Sabino (1995: 39 y 1996: 110) identifica estos estudios como aquellos cuyo propósito es encontrar relaciones entre las variables.

Las características de este tipo de estudios son, de manera general, las siguientes:

- Parten de un abundante cuerpo teórico;
- Identifican las relaciones de causalidad; y,
- Proponen nuevas hipótesis para futuros estudios

1.6.2 MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

a) MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método a emplear serán los métodos inductivo, deductivo y analítico.

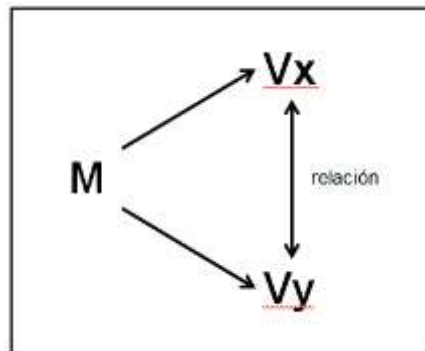
b) DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Es descriptivo y correlacional porque describe la realidad, sin alteración y medirá el grado de asociación que existe entre los problemas geotécnicos y las obras viales así también explicarán el fenómeno observado.

Es No experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio.

Es de corte transversal porque se medirán las variables de estudios en un tiempo único.

El diagrama correlacional es el siguiente:



M : Muestra : 40 docentes universitarios

VX : Variable 1: Problemas geotecnicos

VY : Variable 2: Obras viales

1.6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

a) POBLACIÓN

Para la presente Investigación el Universo está dado por la delimitación geográfica de la Facultad de Ingeniería civil de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica.

b) MUESTRA

El muestreo fue no probabilístico por que el sujeto de análisis será seleccionado intencionalmente, para ello se seleccionaran aquellos docentes nombrados, quedando conformado por 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.

1.6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

a) TÉCNICAS

Para el efecto, se ha formulado la encuesta en el anexo No. 2. En ella se indican las preguntas, cuyas respuestas fueron analizadas y procesadas utilizando el soporte informático correspondiente, obteniéndose resultados que conlleven al cumplimiento del propósito y la finalidad del plan de tesis.

Para la formulación de la encuesta se ha previsto trabajar con preguntas cerradas, es decir, que contengan tres opciones claras que permitan al beneficiario encuestado contestar de manera correcta y sin titubeos.

El análisis de la información obtenida por parte de los encuestados, se realiza mediante la tabulación de los resultados, de manera codificada, Luego se procesa la información utilizando técnicas gráficas, en este caso se simulará la realización de este monitoreo empleando gráficas de pastel.

b) INSTRUMENTOS

Para obtener la información básica a fin de cumplir con los objetivos propuestos y para probar las hipótesis planteadas, se utilizó el formulario de cuestionario, que tiene la finalidad de recolectar datos con el propósito de determinar la influencia de los problemas geotécnicos sobre las obras viales.

El formulario contiene un conjunto de preguntas desglosadas a partir de los indicadores

1.6.5 JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

a) JUSTIFICACIÓN:

Los problemas geotécnicos pueden originar pérdidas de vida, damnificados, daños a vías de comunicación, a edificios y vehículos, daños graves a servicios públicos, etc.

Es importante contar con información del comportamiento de los problemas geotécnicos de cómo se originan ante eventos naturales tales como inundaciones, huracanes, tsunamis y sismos.

Los gastos por mantenimiento pueden disminuir, así como incrementarse la vida útil de la obra civil, el tener información precisa del tipo de terreno sobre el cual se asentara una obra, nos permite tomar decisiones acertadas sobre el tratamiento y mejoramiento del terreno, al igual que nos permite elegir una cimentación adecuada para prevenir fallas estructurales y obtener una obra de calidad

b) IMPORTANCIA

La importancia es dar opciones de solución, conocer las circunstancias del terreno y por lo consiguiente, tener un amplio criterio del suelo y a si tener las bases para dar solución a dichos problemas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Para el desarrollo de la presente investigación se buscaron antecedentes investigativos internacionales y nacionales. De ellas por relacionarse con el tema, o con una de las variables de estudio se ha considerado exponer los siguientes:

Algunas de las investigaciones que se han hecho, en la Facultad de Ingeniería al mejoramiento de suelos y las posibles soluciones a los problemas que se presentan se describen a continuación; En cuanto al comportamiento mecánico de una arcilla típica, se usaron aditivos químicos como la cal y el cemento Portland para aumentar la resistencia y durabilidad de suelos arcillosos, así como disminuir la porosidad y plasticidad de la masa arcillosa, también reducir su sensibilidad a cambios volumétricos y contrarrestar el alto contenido de humedad. Se analizó la influencia de la permeabilidad en las excavaciones para cimentaciones de tipo superficial y proponer soluciones constructivas que cumplan con mayor eficiencia y a un costo accesible (González,2008). La determinación de los esfuerzos por expansión de suelos de estructura fina (arcillas) y para poder diseñar un muro de contención, previniendo ciertas alteraciones que se le puedan presentar a dicho muro (Reyes, 2010).

- Jurado (2012). Problemas de interacción suelo – estructura en cimentaciones y muros de contención. Influencia de los fenómenos de despegue y deslizamiento. Universidad Politécnica de Madrid.
En esta tesis se estudian primero los empujes sísmicos y posibles deslizamientos de muros de contención y se comparan las predicciones de distintos tipos de cálculos: métodos pseudo estáticos como el de Mononobe – Okabe (1929) con la distribución de Whitman – Liao (1985), y formulaciones analíticas como la desarrollada por Veletsos y Younan (1994). En segundo lugar se estudia el efecto del comportamiento no lineal del terreno en las rigideces de una losa de cimentación superficial y circular, como la correspondiente a la chimenea de una central térmica o al edificio del reactor de una Central nuclear, considerando su variación con frecuencia y con el nivel de cargas. Finalmente se estudian los posibles deslizamientos y separación de las losas de estas dos estructuras bajo la acción de terremotos, siguiendo la formulación propuesta por Wulf (1988). Para estos estudios se han desarrollado una serie de programas específicos cuyos listados y detalles se incluyen en la investigación.
El análisis de desplazamiento permanente sísmico calculado a la conclusión de que muros que cumplen con la estabilidad al vuelco y al deslizamiento en condiciones estáticas y sísmicas pueden tener valores de los desplazamientos permanentes sísmicos inaceptables, siendo recomendable la determinación de este valor en el diseño sísmico de un muro.
- La aplicación de técnicas de exploración geotécnica preliminar superficial mediante pala posteadora para suelos rígidos (Jiménez, 2005). Al igual que muros de contención desplazados sobre suelos granulares, el cual pretende que los estudiantes de Ingeniería Civil puedan realizar el análisis de las principales fuerzas que actúan sobre una estructura de contención desplazada sobre un suelo de tipo friccionante y determinar la estabilidad o seguridad de esta.

- Baxin (2010); Se analizó las relaciones gravimétricas y volumétricas durante el proceso de secado de un suelo de estructura fina, el cual pretende la cuantificación de las variaciones de resistencia y compresibilidad que pueden presentar las muestras de suelo de estructura fina que por mal almacenaje o manipulación en un ambiente de humedad variable, experimenta un secado paulatino y sostenido durante el tiempo de experimentación tradicional
- Cayetano (2010); La desviación de la humedad con el tiempo de secado y sus efectos en el comportamiento mecánico del suelo, para así, poder establecer una curva de calibración para esos tipo de suelos que puedan utilizarse ante la energía entregada al suelo mediante el secado, según la norma ASTM D -2486 y determinar el tiempo de operación en parrilla electrónica equivalente al tiempo señalado por la norma, lográndose con ello la correcta transferencia de un procedimiento a otro.
- Hernández (2010). La determinación de la permeabilidad intrínseca del suelo a partir de la conductividad hidráulica o permeabilidad de Darcy, fue igual un tema de investigación que pretende, si el coeficiente de permeabilidad de Darcy se compone de dos factores, uno dependiente de las propiedades del fluido y el otro dependiente del medio poroso, es importante tratar de particularizar para este parámetro cuya nominación es permeabilidad intrínseca, la posible relación con la estructura del suelo a través de las características índice oquedad y porosidad.
- Rodríguez (2010). El análisis de estabilidad de taludes, para observar las variaciones del factor de seguridad determinado, en el análisis de un talud, por cada método empleado y obtenido de un programa de

computadora que corresponde al método simplificado de Bishop, por otra parte, la investigación de Sistemas para estabilizar taludes.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1. Procesos geotécnicos

2.2.1.1 Definición

a) Geotecnia

La Geotecnia es la rama de la Ingeniería, que se ocupa del estudio de la interacción de las construcciones con el terreno. Se trata por tanto de una disciplina no sólo de la Ingeniería Civil, sino también de otras actividades, como la Arquitectura y la Ingeniería Minera, que guardan relación directa con el terreno

b) Procesos geotécnicos

Término utilizado en Geología aplicada a la Ingeniería, para los procedimientos que se emplean con el objetivo, de modificar la propiedad de los suelos y de las rocas incoherentes, y darles las características necesarias para los trabajos de Ingeniería.

2.2.1.2 Importancia de la geología en la Ingeniería civil

En ingeniería civil se enfrenta a una gran variedad de problemas, en los que el conocimiento de la geología es necesario. Indudablemente aprenderá más geología en el campo y en la práctica que la que puede enseñarle en las aulas o en el laboratorio de una escuela. Pero este aprendizaje será más fácil y más rápido y su aplicación más eficaz, si en sus cursos de ingeniería se han incluido los principios básico de la geología.

- Conocimientos sistematizados de los materiales.

- Los problemas de cimentación son esencialmente geológico. Los edificios, puentes, presas, y otras construcciones, se establecen sobre algún material natural.
- Las excavaciones se pueden planear y dirigir más inteligentemente y realizarse con mayor seguridad.
- El conocimiento de la existencia de aguas subterráneas, y los elementos de la hidrología subterránea, son excelentes auxiliares en muchas ramas de la ingeniería práctica.
- El conocimiento de las aguas superficiales, sus efectos de erosión, su transporte y sus sedimentaciones, es esencial para el control de las corrientes, los trabajos de defensa de márgenes y costas los de conservación de suelos y otras actividades.
- La capacidad para leer e interpretar informes geológicos, mapas, planos geológicos y topográficos y fotografía, es de gran utilidad para la planeación de muchas obras.
- La capacitación para reconocer la naturaleza de los problemas geológicos.

2.2.1.3 Métodos y aplicaciones en Ingeniería geológica

Proceso metodológico en ingeniería geológica:

- a) Identificación de materiales y procesos. Definición de la geomorfología, estructura, litología y condiciones del agua subterránea
- b) Investigación geológica-geotécnica del subsuelo
- c) Distribución espacial de materiales, estructuras y discontinuidades
- d) Condiciones hidrogeológicas, tensionales y ambientales
- e) Caracterización de propiedades geomecánicas, hidrogeológicas y químicas

- f) Caracterización de los materiales geológicos utilizados en la construcción, extracción de recursos naturales y trabajos de protección medioambiental
- g) Comportamiento geológico-geotécnico bajo las condiciones del proyecto
- h) Evaluación del comportamiento mecánico e hidráulico de suelos y macizos rocosos. Predicción de los cambios de las anteriores propiedades con el tiempo.
- i) Determinación de los parámetros que deben ser utilizados en los análisis de estabilidad para excavaciones, estructuras de tierra y cimentaciones.
- j) Evaluación de los tratamientos del terreno para su mejora frente a filtraciones, asentos, inestabilidad de taludes, desprendimientos, hundimientos, etc.
- k) Consideraciones frente a riesgos geológicos e impactos ambientales.
- l) Verificación y adaptación de los resultados del proyecto a las condiciones geológico-geotécnicas encontradas en obra. Instrumentación y auscultación.

2.2.1.4 Problemas geotécnicos básicos

- El terreno como cimiento: todas las obras deben apoyarse en el terreno; debe por tanto definirse la forma de este apoyo, y la transmisión de cargas de la estructura al terreno, para lo que debe estudiarse la deformabilidad y resistencia de éste.
- El terreno como productor de cargas: en ocasiones, para crear un desnivel, o con otro motivo, se construyen estructuras cuyo fin es contener el terreno (p. ej., muros de contención, revestimientos de túneles); para su dimensionamiento, debe calcularse la magnitud y distribución de los empujes ejercidos por el terreno.

- El terreno como propia estructura: otras veces, para crear un desnivel no se construye una estructura de contención, sino que se deja al propio terreno en talud; debe en este caso estudiarse la inclinación que debe darse a este talud para garantizar su estabilidad.
- El terreno como material: en obras de tierra (rellenos, terraplenes, presas de materiales sueltos), el terreno es el material de construcción, por lo que deben conocerse sus propiedades, y la influencia que en ellas tiene el método de colocación (compactación).

Los terrenos sobre los que se construyen las obras son de naturaleza muy variada, desde un macizo granítico sano hasta un fango de marisma en el que no es posible caminar.

Las diferencias de comportamiento obedecen a varias causas:

- Diferencias de naturaleza mineralógica de los componentes: silíceos, calcáreos, orgánicos, etc.
- Diferencias de tamaño de las partículas:
de milímetros o decímetros en gravas y bolos de décimas de milímetro en arenas de centésimas de mm (decenas de micras) en limos inferiores a una micra en arcillas.
- Diferencias de la forma de contacto y unión entre granos; puede tratarse de: una simple yuxtaposición, en el caso de una arena seca, uniones por meniscos capilares entre granos si está húmeda, fuerzas eléctricas entre partículas en el caso de arcillas, soldadura entre granos o cristales en rocas.
- Diferencias del proceso de deposición y de tensiones a que está sometido: la compacidad o consistencia de un elemento de terreno varía entre los casos: recién sedimentado, a pequeña profundidad,

y por tanto a pequeñas compresiones; profundo y, por tanto, sometido a un gran peso de terreno situado por encima; que haya estado a gran profundidad y luego por erosión se haya eliminado parte de la presión (procesos de sobre consolidación); en rocas, por la fracturación producida por plegamiento y empujes tectónicos, o con diferentes grados de meteorización por agentes atmosféricos. Todo ello da lugar a la gran diversidad de terrenos señalada.

Un problema geotécnico es cualquier tipo de evento que cause deformaciones y daños a terreno y a las obras civiles circunvecinas. Antes de cualquier proyecto u obra de ingeniería civil, es necesario conocer las características del terreno involucrado. Con este fin, se debe realizar un reconocimiento geotécnico del terreno, los objetivos de dicho reconocimiento son: estudio de la topografía y dimensiones de la obra, de tal forma que las cargas generadas por cimentaciones, excavaciones y rellenos, o las cargas soportadas por estructuras de contención, no produzcan situación de inestabilidad o movimiento excesivos de las propias estructuras o del terreno.

A continuación se describen otros tipos comunes de problemas geotécnicos encontrados.

Los problemas geotécnicos se presentan, de diversas maneras entre ellos están los asentamientos de terreno y compresibilidad de los suelos. Los asentamientos se originan cuando actúa una carga vertical sobre la superficie del terreno, el esfuerzo provoca deformación y las aplicaciones de las cargas provocan desplazamiento. El suelo se puede asentar por razones diferentes a las cargas externas.

El asentamiento provocado por las cargas superficiales, se atribuye a las causas siguientes:

a) Asentamiento inicial.

Se debe al cambio en los esfuerzos cortantes en la masa de suelos, esta deformación es análoga a la flexión de una viga, ocurre con rapidez, donde el volumen del cuerpo que soporta la carga permanece verticalmente inalterado. A medida que el área cargada se asienta, la superficie alrededor de esta se eleva en una cantidad que equilibra el volumen de hundimiento.

b) Compresión inmediata.

También conocida como “compresión inicial”, se observan en los suelos no saturados debido a una reducción no rápida del volumen de vacíos. Los esfuerzos a la compresión la provocan y va acompañada de un incremento de los esfuerzos efectivo.

En los suelos parcialmente saturados, al aumentar la presión, el grado de saturación se incrementa y cuando alcanza el 90%, puede aumentar las presiones en el agua de los poros, estas presiones de los poros harán que se reduzca la compresión posterior y se incrementen los esfuerzos efectivos, cuando la compresión es lenta, de modo que su velocidad tiene un significado práctico, se conoce como “consolidación”.

c) Compresión o consolidación primaria.

Se debe a la reducción gradual del volumen de vacíos bajo esfuerzos efectivos variables, es un cambio lento provocado por los esfuerzos de compresión bajo la influencia de las presiones de poro que resisten una reducción más rápida de volumen. A medida que avanza la consolidación, se disipan las presiones de poro, la consolidación primaria comienza justo después de la compresión inicial y termina cuando las presiones del poro son insignificantes.

- Expansión del terreno
- Agrietamiento del terreno y las estructuras

- Deslizamientos
- Erosión del terreno

Cuando los suelos corresponden a perfiles de meteorización de profundidad variable entre 2 y 10 metros, de arenas limosas y arcillosas, y algunos sectores de arcillas limosas, colores rojo, marrón y amarillo, aparecen gran cantidad de cavernas de diámetro de hasta 30 centímetros de hormigueros y conductos internos de aguas infiltradas.

Ocasionalmente aparecen bloques de roca menos meteorizada dentro del perfil; por debajo del perfil del suelo aparecen areniscas y limolitas algo meteorizadas y fracturadas.

Sobre el nivel de roca meteorizada aparecen ocasionalmente concentraciones de agua freática.

Las principales concentraciones de agua subterránea subsuperficial corresponden a las zonas de fractura, las cuales actúan como sistema de captación de las aguas infiltradas.

Este tipo de suelos presentan una baja capacidad de soporte, variabilidad de la profundidad de los suelos superficiales, pendientes altas junto a las cañadas, depósitos de suelos limosos, depósitos de arcillas y turbas de tamaño pequeño mediano.

2.2.1.4.1 Consolidación del suelo por su propio peso

Se denomina consolidación de un suelo a un proceso de reducción de volúmenes de los suelos finos cohesivos (arcillas y limos plásticos), producido por solicitaciones (cargas) sobre su masa y que ocurre en el transcurso de un tiempo generalmente largo, este proceso por lo general puede durar meses y hasta años, es un proceso que empieza veloz y se va haciendo cada vez más lento hasta que el suelo llega a una nueva situación de equilibrio en la que ya no se mueve.

2.2.1.4.2 Deseccación natural o debido a un proceso industrial

Una desecación en suelos es un proceso de formación de grietas poligonales en el suelo compacto al perder el agua y la humedad en periodos de sequía. Las grietas de desecación afectan mayormente a los terrenos arcillosos. La contracción de estos suelos puede dar lugar a la formación de grietas hasta 4 cm. de ancho y más de 1 cm de profundidad. La acción profunda de los cambios de temperatura y otros agentes atmosféricos, puede ser entonces la causa de deslaves.

FOTO 01

Deseccación natural de los suelos formados por grietas de hasta 4 cm.



Para este tipo de problemas es recomendable la protección contra las pérdidas de humedad, el uso de acolchados, que consiste en colocar una lámina plástica sobre el suelo con el propósito de evitar la desecación de este, las ventajas más sobresalientes de este método es que mantiene la humedad, disminuyendo la evaporación, reduce el lavado de los elementos del suelo. Para áreas de suelos expansivos se recomiendan la construcción de pantallas impermeables en la periferia de área de cimentación.

2.2.1.4.3 Inundaciones

Es la ocupación por agua de zonas que habitualmente están libres de esta, puede manifestarse por desbordamiento de ríos y cauces abiertos por el escurrimiento de lluvias torrenciales o deshielo, o mares por subida de las mareas por encima del nivel habitual o por avalanchas causadas por terrenos o tsunamis. Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura.

FOTO 02

Plaza de Armas de Ica Inundada por la salida del Rio Ica, 1998



Algunas soluciones son la instalación de una red de drenaje pluvial que implicaría un proceso de repavimentación, en zonas en las que los ríos tengan una desbordamiento no muy pronunciado pero lo suficiente como para inundar los alrededores, una solución es el dragado del río, un incremento en su cauce reduciría o anularía la

probabilidad de una inundación, así como también la construcción de diques, los cuales cruzan un curso de agua o un conducto, para controlar en nivel y velocidad del agua, y la construcción de canales para desviar las aguas.

Así como la conciencia de las autoridades para la ejecución de estudios hidrológicos.

2.2.1.4.4 Descomposición orgánica natural o causada de un agente externo

La descomposición de restos orgánico y residuos metabólicos humus, formado por un complejo de macromoléculas en estado coloidal constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos y minerales. Cualquier residuo vegetal o animal es materia orgánica, y su descomposición lo transforma en materiales importantes en la composición del suelo, la materia orgánica bruta es descompuesta por microorganismos.

El humus, al descomponerse produce una serie de productos coloidales que en unión con los minerales arcillosos originan los complejos organominerales. Tiene una alta capacidad de absorción y retención de agua, absorbe varias veces su propio peso en agua y la retiene evitando la desecación del suelo. Las fuentes más importantes de la materia orgánica para los suelos son los abonos verdes, los residuos de cosechas, el estiércol y la turba.

Las posibles soluciones para evitar la descomposición o degradación de los suelos, es controlar de una manera más cuidadosa la explotación de los mismos, tomando en cuenta la limitación de los usos de los suelos según sus capacidades, prohibición de prácticas que deterioren los suelos, implementando un sistema de riego de acuerdo a las características del suelo.

2.2.1.4.5 Hundimiento regional provocado por el bombeo de agua

Un hundimiento de suelo es un movimiento de la superficie terrestre en el que predomina el sentido vertical descendente y que tiene lugar

en aéreas inclinadas o de muy baja pendiente, este movimiento puede ser inducido por distintas causas y se puede desarrollar con velocidades muy rápidas o muy lentas según sea el mecanismo que da lugar a la inestabilidad. En regiones donde se efectúa extracción de agua subterránea mediante bombeo profundo, es común observar hundimientos de la superficie natural del terreno.

En lugares donde se encuentra abatido el nivel de agua subterránea, y las formaciones geológicas superficiales las constituyen sedimentos no consolidados y compresibles, es común que se desarrollen grietas en la superficie del terreno natural, las que se propagan a cierta profundidad en el subsuelo.

Algunas alternativas para darle solución a los hundimientos son: una adecuada compactación de las capas del pavimento, colocación de pozos de recarga de Nivel de aguas freáticas así como evitar extraer el agua del subsuelo y tratar el agua por medio de canales o tuberías de presas o ríos, y en caso de que sea una tubería la dañada realizar la construcción de un nuevo conducto y reacomodar el ducto, un mejoramiento del terreno o meter una serie de drenado del suelo el cual permite la retirada de aguas que se acumulen causando inconvenientes en áreas urbanizadas.

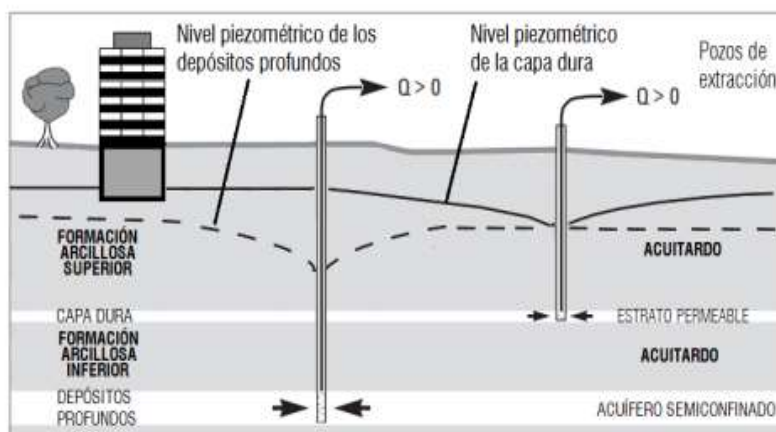


Figura 1.1 Configuración piezométrica generada durante extracción de agua en los estratos permeables (acuíferos semiconfinados)

2.2.1.4.6 Sismos, Voladuras o vibraciones

Los explosivos usados en la minería generan ondas que se transmiten en todas las direcciones desde la fuente. Estas vibraciones superficiales pueden afectar las edificaciones cercanas a la zona de operación de la mina. La liberación de energía que provoca una explosión, genera una serie de ondas de esfuerzo que se desplazan por la corteza terrestre y una onda de choque generada en el aire.

Un sismo es una sacudida del terreno que se produce debido al choque de las placas tectónicas y a la liberación de energía en el curso de una reorganización brusca de materiales de la corteza terrestre al superar el estado de equilibrio mecánico.

La voladura es la acción de fracturar una roca mediante el empleo de explosivos. Las vibraciones son la propagación de ondas elásticas produciendo deformaciones y tensiones sobre un medio continuo. Hoy en día el control de los efectos adversos de vibraciones en la Ingeniería Civil y Minería, se logra mediante el acatamiento de los niveles sugeridos en las normas específicas, así mediante el diseño y manejo apropiado de los respectivos equipos y procesos causantes de las vibraciones, los niveles de vibraciones causados por voladuras se pueden reducir mediante la limitación de cargas o secuenciado de las voladuras de tal forma que la energía transmitida al suelo sea distribuida en el tiempo, lo cual disminuye las velocidades máximas de vibración.

Los sismos son fenómenos naturales los cuales no podemos controlar, pero los efectos que provocan sobre la estructura (grietas, hundimientos, deformaciones, fallas, etc.) los podemos prevenir, utilizando una cimentación adecuada en base a las capacidades de carga y a las condiciones físicas y mecánicas del suelo.

2.2.1.4.7 Alivio de esfuerzos

Los alivios de esfuerzos se dan por excavación o construcción de un túnel en la vecindad si las condiciones del suelo facilitan el fenómeno, se inducirán expansiones en la masa del suelo por descarga efectuada y, por ello, la resistencia al esfuerzo cortante tendera a disminuir con el tiempo.

La condición crítica del suelo estará en los momentos finales del proceso de expansión, que corresponderá a etapas avanzadas de la vida de la obra.

La prueba lenta o rápida-consolidada seria las recomendables para la presentación de esta situación.

Este fenómeno se puede evitar si tomamos en cuenta el comportamiento del suelo a causa de la liberación de esfuerzos, al igual que si consideramos las condiciones climáticas del lugar.

2.2.1.4.8 Erosión subterránea o derrumbes

La erosión tiene sus orígenes básicamente en la deforestación, los malos usos agrarios, la sequias, actividades humanas y normalmente cuando nos encontramos con un proceso erosivo es por la combinación de varias de estas causas no por una sola de ellas, aunque estos procesos pueden ser naturales casi siempre encontramos la mano del hombre en su desencadenamiento.

La erosión es el desgaste que constantemente sufre la corteza de la tierra al ser atacada por el viento, el agua, los torrentes, las aguas subterráneas, los glaciales y los mares.

Es recomendable hacer un muro de contención, al igual de una perfilacion de talud y la colocación de filtros para la drenar el agua, el cual consiste en incrustar en el talud con una tubería porosa que puede ser de fibrocemento, de plástico con taladros etc. Otra manera de evitar la erosión del suelo es darle un uso adecuado al suelo y realizar actuaciones que no lo degraden.

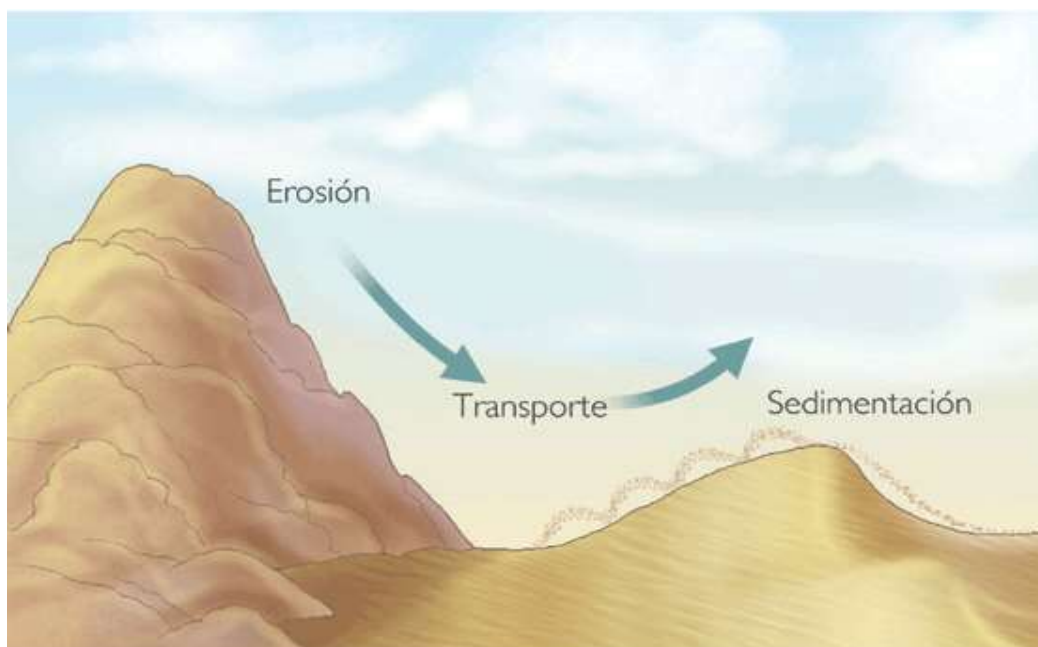
En cualquier caso es mejor que siempre este cubierto de vegetación.

Los derrumbes pueden ser definidos como el desplazamiento vertical lento o súbito de grandes masas de tierra, barro o piedra y generalmente suceden en zonas de suelos inestables, agudizándose la posibilidad de ocurrencia en épocas de lluvia, estos dependen de la clase de rocas y suelo, cantidad de lluvia en el área, actividad sísmica, actividad humana y erosión.

La socavación se puede prevenir aparte de cubrirlo de vegetación, se puede utilizar malla electrosoldada repellada con mortero, para la prevención de los derrumbes se recomienda usar malla anclada o malla reforzada instalada ceñida al talud, de modo que se evita la caída de materiales y desaparecen las limpiezas periódicas de las cunetas .

Figura 01

Erosión, transporte sedimento



2.2.1.5 Información geotécnica

a) Exploración

Los procedimientos de exploración, deben reunir condiciones de consistencia con el tipo de propiedades, que deban estudiarse ya sea de procedimientos de campo o procedimientos de laboratorio. Para ello es necesario tener cuidado respecto a los niveles de deformación expresadas en las propiedades del suelo, los cuales deben ser compatibles con los niveles de deformación que le imponen los movimientos sísmicos.

b) Laboratorio

En el caso de los laboratorios se tiene que cuantificar directa o indirectamente los atributos del material bajo condiciones dinámicas y a los niveles de deformación esperados durante el proceso de movimientos sísmicos.

c) Interpretación

Los datos obtenidos durante el trabajo de campo y del procedimiento de laboratorio se deben combinar en un conjunto de recomendaciones que describan y afiancen los atributos que se deben emplear en los modelos matemáticos del fenómeno investigado. Asimismo las sugerencias deben fijar parámetros y rangos de aplicabilidad, que sean posibles de identificación con el fin de evitar el peligro que entraña la utilización de los límites recomendados externamente del contexto bajo el cual ha sido expresado.

d) Revisión y evaluación de resultados

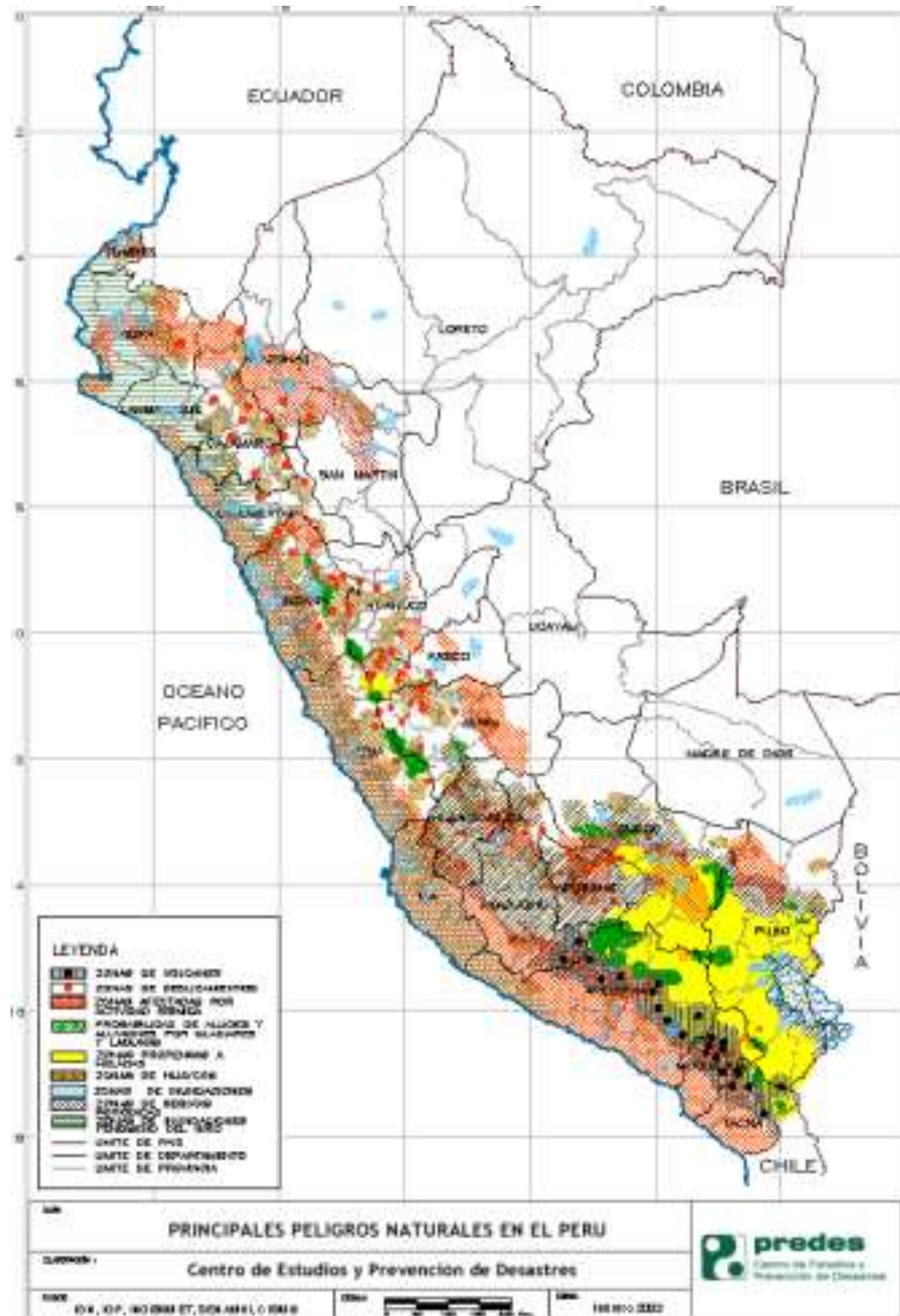
Se debe revisar los resultados obtenidos, en concordancia con las recomendaciones para que se produzca, la interacción suelo estructura del estudio geotécnico y a la validación de resultados en base de sus propias recomendaciones.

2.2.1.6 Interacción suelo estructura

La respuesta sísmica de la estructura, está íntimamente ligada a la forma como los movimientos sísmicos del terreno, afectan la estructura a través de su cimentación. Las características dinámicas del suelo subyacente, la rigidez y disposición de la cimentación y el tipo de sistema estructural de la edificación interactúan entre sí para caracterizar los efectos sísmicos sobre ella. El hecho de que no se tome en cuenta la rigidez de la cimentación u las características dinámicas del suelo subyacente en el análisis sísmico de la edificación pueden conducir a variaciones apreciables entre la respuesta sísmica estimada y la respuesta real de la estructura. Por las razones anotadas es conveniente incluir los efectos de la interacción suelo – estructura en el análisis sísmico de la edificación.

El siguiente mapa resume los peligros ambientales a que está sometido el territorio nacional, mostrando su amplio espectro de acción en el actual ordenamiento territorial.

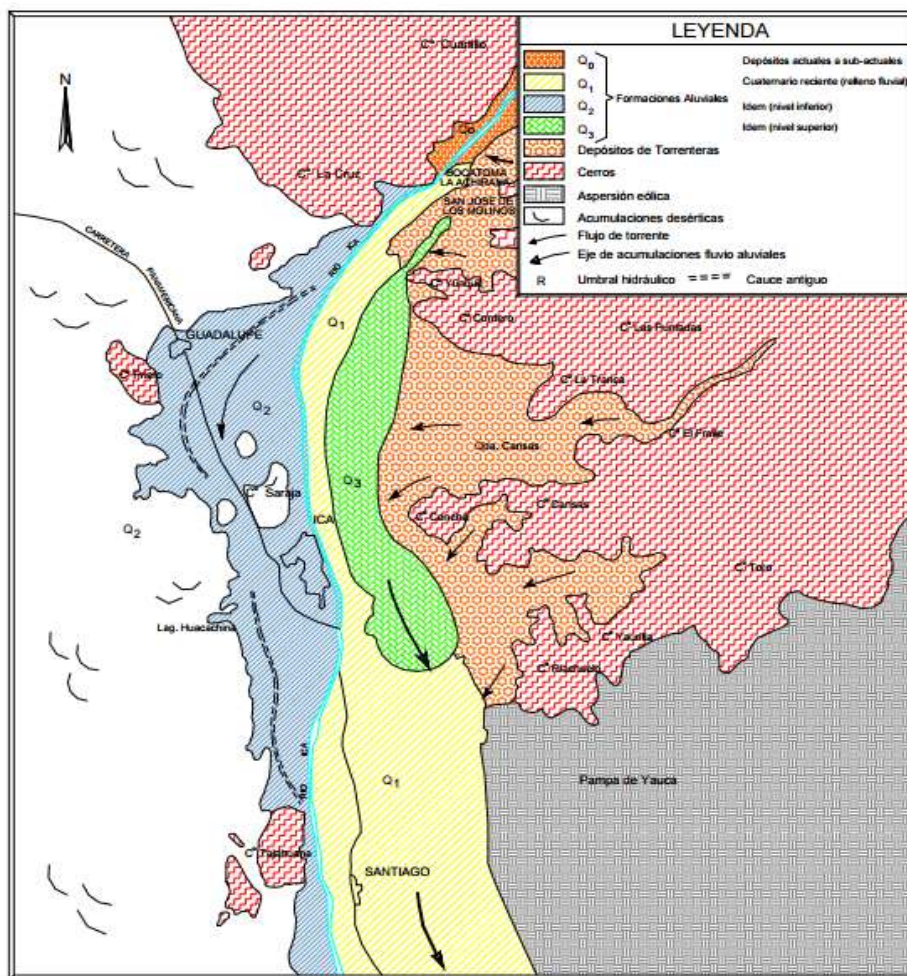
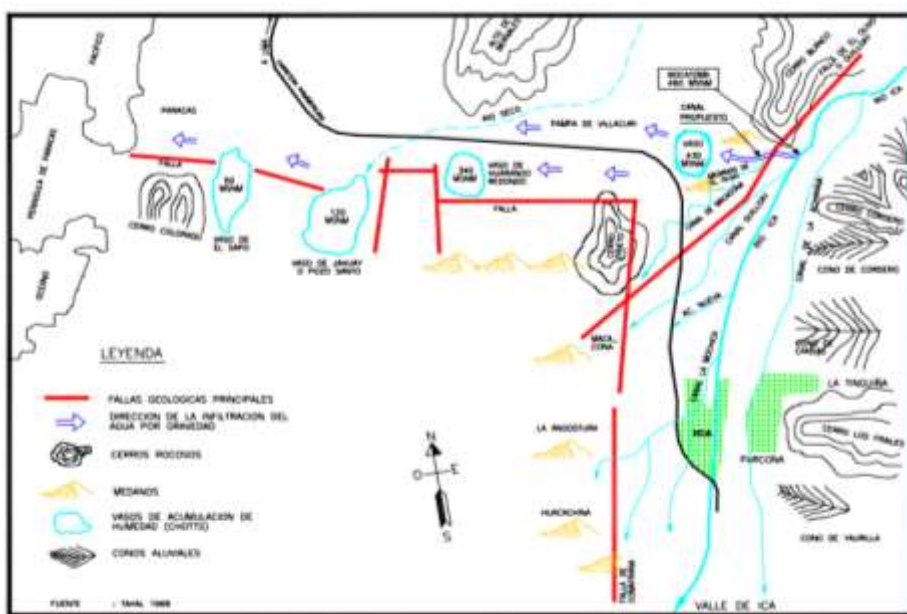
Figura 02
: Zonas de principales peligros naturales en el país



Fuente: Centro de Estudios y prevención de desastres SENAMHI

2.2.1.7 Esquema Geomorfológico del Valle de Ica

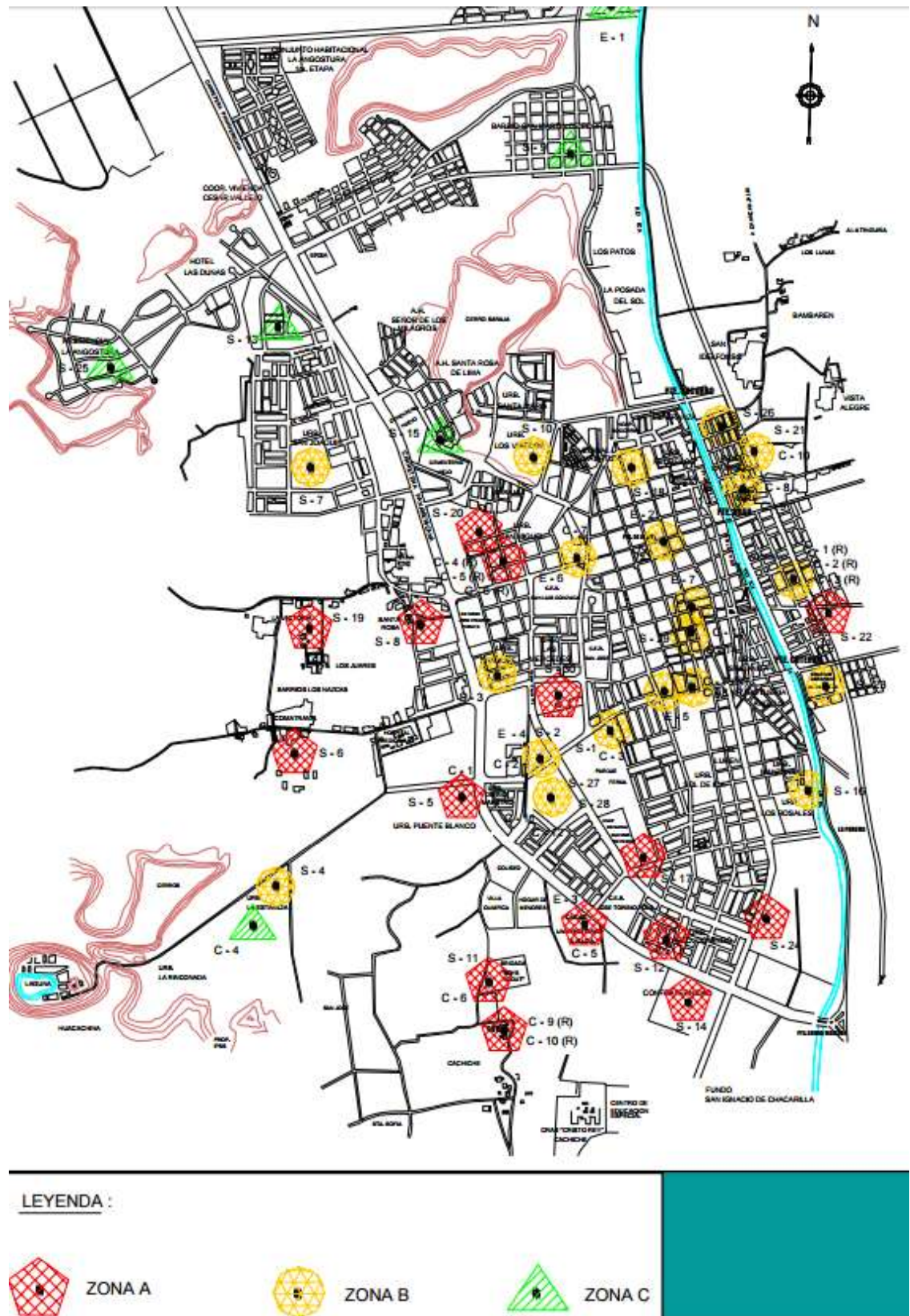
Figura 03



a) Características geotécnicas

Ejecución de calicatas	Ensayos de penetración estándar	Ensayos de laboratorio
<p>Se ejecutaron en total 14 calicatas, 7 de ellas realizadas por el CISMID y otras 7 realizadas por HIDROENERGÍA</p>	<p>Se realizaron en total 30 ensayos SPT con una profundidad promedio de 5 m, de los cuales 25 ensayos SPT fueron realizados por el CISMID mientras otras 5 fueron realizadas por HIDROENERGÍA.</p>	<p>Ensayos de clasificación de suelos según el sistema de clasificación unificado de suelos (SUCS), determinación de los límites de Atterberg (límite líquido, plástico y de contracción), peso específico de sólidos, densidad natural, granulometría y humedad natural según las normas ASTM.</p>

b) Distribución de suelos



ZONA A	ZONA B	ZONA C
<p>Superficialmente esta zona está conformada por terrenos de cultivo de naturaleza limosa de color beige claro, en estado semicompacto y poco húmedo hasta una profundidad promedio de 1 m. Debajo de este estrato se encuentra suelos limosos arenosos (25 - 40% de arena) y suelos arcillosos con bajo contenido de arenas (menor del 15% de arena).</p>	<p>Se trata de depósitos de arenas pobremente gradadas de grano fino a medio y de forma redondeada con mediano a poco contenido de finos no plásticos, baja humedad y con lentes arcillosos y limosos de poca potencia.</p>	<p>Superficialmente está constituida por arenas pobremente gradadas de color beige amarillento, tamaño fino, escasa humedad y estado poco denso a suelto, subyaciendo a éstas se encuentra un suelo limoso</p>

c) Resumen de los valores de carga admisible para la ciudad de Ica

SONDAJE	SUCS	DF	G1	G2	B	L	N	C	Fi	Nc	Nq	NG	Sc	Sq	SG	QULT	QAD1	RHO1	U	E	Iw	RHO2	METODO TERZAGHI	METODO ELASTICO	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE
																QAD2	QAD3	QAD							
SPT-1	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
SPT-2	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
SPT-3	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
SPT-4	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.8	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5
SPT-5	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	18.0	0.0	31.0	32.6	20.6	26.0	1.1	1.1	1.0	4.0	1.3	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.7	3.3	1.8	1.3
SPT-6	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5
SPT-7	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	22.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	4.1	2.3	1.5
SPT-8	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	22.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	4.1	2.3	1.5
SPT-9	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	25.0	0.0	33.0	38.7	26.1	35.2	1.1	1.1	1.0	5.2	1.7	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.8	4.6	2.3	1.7
SPT-10	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5
SPT-11	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5
SPT-12	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	25.0	0.0	33.0	38.7	26.1	35.2	1.1	1.1	1.0	5.2	1.7	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.8	4.6	2.3	1.7
SPT-13	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5
SPT-14	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	25.0	0.0	33.0	38.7	26.1	35.2	1.1	1.1	1.0	5.2	1.7	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.8	4.6	2.3	1.7
SPT-15	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	5.0	0.0	28.0	25.8	14.7	16.7	1.1	1.1	1.0	2.8	0.9	1.0	0.3	500.0	2.5	1.0	0.9	0.9	0.9
SPT-16	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
SPT-17	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	25.0	0.0	33.0	38.7	26.1	35.2	1.1	1.1	1.0	5.2	1.7	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.8	4.6	2.3	1.7
SPT-18	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
SPT-19	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	20.0	0.0	32.0	35.5	23.2	30.2	1.1	1.1	1.0	4.6	1.5	0.4	0.3	1250.0	2.5	0.7	3.7	2.3	1.5
SPT-20	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
SPT-21	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
SPT-22	SM	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	15.0	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0	3.5	1.2	0.4	0.3	1000.0	2.5	0.6	2.8	1.8	1.2
SPT-23	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	10.0	0.0	29.0	27.8	16.4	19.3	1.1	1.1	1.0	3.1	1.0	0.6	0.3	750.0	2.5	0.8	1.9	1.4	1.0
SPT-24	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	8.0	0.0	28.0	25.8	14.7	16.7	1.1	1.1	1.0	2.8	0.9	0.6	0.3	500.0	2.5	1.0	1.5	0.9	0.9
SPT-25	ML	0.8	1.5	1.6	0.6	5.0	5.0	0.0	28.0	25.8	14.7	16.7	1.1	1.1	1.0	2.7	0.9	1.0	0.3	500.0	2.5	1.0	0.9	0.9	0.9
SPT-26	SM	0.8	1.7	1.7	0.6	5.0	10	0.0	29.0	27.8	16.4	19.3	1.1	1.1	1.0	3.4	1.1	0.3	0.3	1000.0	2.5	0.6	5.9	1.8	1.1
SPT-27	SM	0.8	1.7	1.7	0.6	5.0	13	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0	3.9	1.3	0.3	0.3	1000.0	2.5	0.6	7.7	1.8	1.3
SPT-28	SM	0.8	1.7	1.7	0.6	5.0	13	0.0	30.0	30.1	18.4	22.4	1.1	1.1	1.0	3.9	1.3	0.3	0.3	1000.0	2.5	0.6	7.7	1.8	1.3
SPT-29	SM	0.8	1.7	1.7	0.6	5.0	11	0.0	31.0	32.6	20.6	26.0	1.1	1.1	1.0	4.4	1.5	0.3	0.3	1000.0	2.5	0.6	6.5	1.8	1.5
SPT-30	ML	0.8	1.7	1.7	0.6	5.0	12	0.0	24.0	19.3	9.6	9.4	1.1	1.1	1.0	1.9	0.6	0.3	0.3	1250.0	2.5	0.7	7.1	2.3	0.6

Donde:

DF = PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (m)

G1 = PESO ESPECIFICO POR ENCIMA DEL NIVEL DE CIMENTACION (TN / M³)

G2 = PESO ESPECIFICO POR DEBAJO DEL NIVEL DE CIMENTACION (TN / M³)

B = ANCHO DE LA CIMENTACION (m)

L = LONGITUD DE LA CIMENTACION (m)

N = Nro. DE GOLPES / PIE DEL ENSAYO SPT

C = COHESION DEL SUELO (TN / M²)

Fi = ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA

RHO1 = ASENTAMIENTO (Pulg.) METODO DE TERZAGHI

RHO2 = ASENTAMIENTO (Pulg.) METODO ELASTICO

U = RELACION DE POISSON

E = MODULO DE YOUNG

Iw = FACTOR DE INFLUENCIA DE BOWLES

QULT = CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KG / CM²)

QAD1 = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KG / CM²)

QAD2 = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA UN ASENTAMIENTO DE 1 Pulg. (TERZAGHI) (KG / CM²)

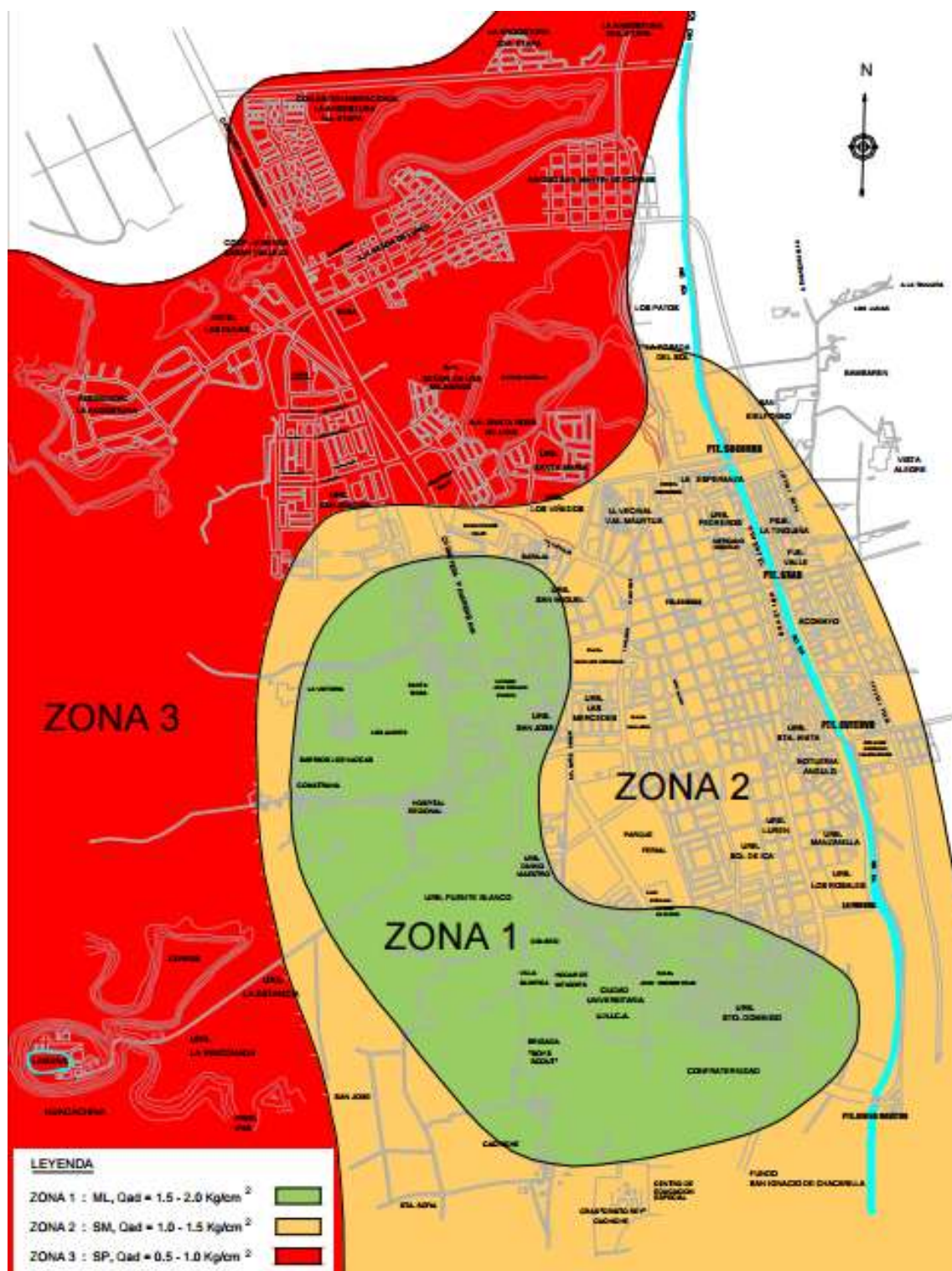
QAD3 = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA UN ASENTAMIENTO DE 1 Pulg. (MET. ELASTICO) (KG / CM²)

QAD = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KG / CM²)

d) Evaluación de zonas críticas

Depósitos eólicos	Suelos colapsables	Suelos licuables
Fenómeno de densificación	El potencial de colapso varía de 2% a 6% - problemático moderado según Clemence y Finbarr (1981)	<ul style="list-style-type: none"> - Existen reportes históricos de ocurrencia de licuación de suelos en la ciudad de Ica. - En la actualidad las variaciones de la napa freática respecto de la superficie oscila entre 10 y 25 m de profundidad según las cotas del terreno. - Existe la posibilidad de que en un futuro próximo la napa se recupere debido a la activación del Programa Especial Tambo - Ccaracocha (PETACC) que proveerá permanentemente al valle iqueño de agua, y la prohibición de la perforación de pozos.

e) Zonificación geotécnica de la ciudad de Ica



2.2.1.7 Estudio geotécnico

Como información previa a la realización del estudio geotécnico, y parte integrante del mismo, se deben conocer todos aquellos datos que puedan condicionar sus características, solicitudes e influencias. En particular, y sin ánimo exhaustivo, podemos mencionar el perfil del terreno, la existencia de vertidos, canalizaciones y servicios enterrados, la existencia de posibles fallas, terrenos expansivos, terrenos agresivos, existencia y ubicación de rellenos, pozos, galerías, depósitos enterrados, etc.

El estudio geotécnico tiene por finalidad definir la naturaleza de los materiales a excavar, modo de excavación y utilización de los mismos, los taludes a adoptar en los desmontes de la explanación, la capacidad portante del terreno para soportar los rellenos, la forma de realizarlos, sus taludes, los asentamientos que puedan producirse y el tiempo necesario para que se produzcan, los coeficientes de seguridad adoptados, las medidas a tomar para incrementarlos, caso de no ser aceptables, y las medidas a tomar para disminuir los asentamientos y/o acelerarlos.

Suele comprender las siguientes fases:

- a) Establecimiento de la campaña geotécnica a realizar.

La geología y la geotecnia constituyen uno de los condicionantes más importantes a la hora de decidir el trazado de las vías de comunicación, estos aspectos deben tenerse en cuenta desde el estudio informativo y resultarían especialmente relevantes en el proyecto, cuando se deba escoger entre las posibles soluciones a los problemas concretos que la definición de la alternativa aprobada pueda plantear.

- b) Realización de las prospecciones de campo y toma de muestras.

La definición de la investigación geotécnica con base en estos criterios no se dirige, expresamente, a los casos de terrenos u obras con especial dificultad desde los puntos de vista geológico y geotécnico. No obstante, se entiende que la correcta realización e interpretación de la campaña definida en este documento debe, al menos, permitir la detección de los principales problemas geotécnicos, aunque posteriormente se requiera un estudio de detalle específico. Como relación, no exhaustiva, de casos que suelen presentar una especial dificultad geológico-geotécnica se encuentran:

- Paleodeslizamientos y otras zonas geomorfológicamente inestables.
- Zonas cársticas o con peligro de hundimiento (colapso o subsidencia).
- Zonas con predominio de sales solubles, materiales expansivos, colapsables u otro tipo de materiales marginales.
- Existencia de acuíferos o zonas con nivel freático superficial.

Las magnitudes que se expresan en este documento mediante valores numéricos presentan, en general, el carácter de mínimas o máximas, estando siempre del lado de la seguridad. El Director del Contrato podrá proponer otros valores distintos con el fin de definir una campaña más ajustada a un Proyecto concreto. Cuando éste sea el caso, deberá justificarse explícitamente en el Proyecto.

c) Realización de los ensayos de laboratorio.

Las propiedades que pueden determinarse a partir de una muestra dependen del grado de alteración que ésta presente, esto es, de las modificaciones que sufra en su estructura desde su situación original en el terreno natural hasta que, después de extraerse mediante sondeos, calicatas u otros procedimientos, llegue al laboratorio. Una muestra inalterada puede obtenerse mediante el empleo de un tubo tomamuestras que perturbe lo menos posible el terreno al hincarse, por lo que debe ser de borde afilado y pared delgada. En la sección de estos tubos, la relación del área interior (que ocupa la muestra) al área total exterior (que penetra en el terreno) es indicativa de la

calidad de la extracción. La toma muestras tipo Shelby se emplean en España para extraer muestras poco alteradas al hincarlos en suelos blandos. En terrenos más duros se utilizan baterías dobles o triples. También es posible obtener muestras inalteradas de ciertos testigos de sondeos, o tallando manualmente un bloque en el terreno, en paredes de pozos, zanjas o calicatas que se hayan entibado. Deben sellarse y transportarse con cuidado para que no se alteren y almacenarse en una cámara húmeda hasta el momento de su empleo en laboratorio. Las muestras alteradas, bien sean testigos de sondeos o tomadas de excavaciones efectuadas manualmente o con maquinaria, pueden transportarse en bolsas o sacos sin que se pierda material, debiendo ser convenientemente etiquetadas.

d) Preparación de la documentación.

e) Redacción del informe (con un apartado de conclusiones y recomendaciones).

Las necesidades geológico-geotécnicas que es preciso cubrir en un Estudio Informativo vienen reflejadas en el correspondiente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la redacción de los estudios informativos. Esta información se centra en los siguientes aspectos: - El estudio geológico y de viabilidad geotécnica de todas las alternativas estudiadas, y, fundamentalmente, de la solución definitivamente propuesta para ser aprobada, que servirá de base para el establecimiento de la campaña geológico-geotécnica del correspondiente Proyecto. Se prestará especial atención a la localización e identificación de posibles problemas o condicionantes geológicos (suelos o rocas expansivas, inestabilidad de laderas, zonas carstificadas, etc.) que puedan ser afectados por la ejecución de las obras. Se tendrá en cuenta la información contenida en las publicaciones "Estudios Previos de Terrenos" del Ministerio de Fomento. - La realización de una campaña geotécnica tendrá como principal objetivo estudiar los posibles problemas geológicos y

evaluar de forma preliminar los parámetros geotécnicos de las formaciones atravesadas por la traza. - El análisis de la situación de los préstamos y vertederos de la zona, así como de las canteras y yacimientos granulares, desde el punto de vista geológico-geotécnico (principalmente en lo referente a la caracterización de los materiales, en calidad y cantidad) y desde el punto de vista medioambiental (existencia de estudio de impacto ambiental, necesidad de inicio de la tramitación ambiental, etc.).

Cuando las obras tengan una considerable extensión, como es caso que nos ocupa, el asegurador debe comprobar que en el estudio geotécnico se ha tomado un número adecuado de muestras proporcionado a la extensión del territorio y además deben preverse tomas de muestras adicionales a medida que la obra avanza con objeto de detectar alteraciones en las condiciones del suelo, aparición de estratos diferentes a los previstos, alteraciones en el nivel de la capa freática, etc. En el caso de que las obras tengan elementos singulares de gran importancia, como por ejemplo puentes, debe comprobarse que el estudio geotécnico contempla específica y exhaustivamente los puntos en los que van a situarse elementos sensibles de la propia estructura (apoyos, cimientos, contrafuertes, etc.) o de elementos auxiliares (p.e. cimbrados) con objeto de evitar en lo posible el riesgo de que se produzcan corrimientos de tierras o asientos diferenciales durante la ejecución.

2.2.2. Obras viales

2.2.2.1 Definición de obras viales

Son obras para propiciar el desplazamiento mecánico de personas y mercancías. Las principales obras viales son: Ferrocarril, carreteras (autopistas), túneles y puentes.

2.2.2.2 Dimensiones de obras viales

- a) Cimentación de Puentes: como antecedente necesario deberá recalcar, la gran importancia de la geología en la cimentación de los puentes. Por muy científicamente que esté diseñada una columna de un puente, en definitiva el peso total del puente y las cargas que soporta deberán descansar en el terreno de apoyo. Para el ingeniero estructural las columnas y los estribos de un puente no son realmente “interesantes”. Sin embargo, debe prestarles un interés más que pasajero, ya que muy menudo el diseño de las cimentaciones compete al ingeniero estructural responsable del diseño de la superestructura.

- b) Carreteras: son contadas las obras de ingeniería civil, que guardan relación tan estrechamente con la geología como las carreteras. Se puede esperar que todo proyecto de carreteras importante encuentre una gran variedad de condiciones geológicas, puesto que se extienden grandes distancias. Aunque será extraño que una carretera requiera actividades constructivas en las profundidades del subsuelo, los cortes que se realizan para lograr las gradientes uniformes que demandan las autopistas modernas proporcionan por necesidad una multitud de oportunidades de observar la geología. No sólo es atractivo para los conductores, sino que también revelan detalles de la geología local que de otro modo serían desconocidos.

2.2.2.3 Problemas geotécnicos de la infraestructura vial

Algunos de los problemas típicos, que atiende la geotecnia vial son los de capacidad de soporte de subrasante para pavimentos, de mejoramiento de subrasante por medio de compactación, estabilización, sustitución o reforzamiento; análisis de estabilidad de laderas y taludes, diseño de obras de estabilización como muros

anclados y muros de retención, análisis de estabilidad y diseño de análisis de compresibilidad, consolidación y asentamiento de rellenos, licuación de suelos y diseño de estructuras, como cimentaciones de puentes y pantallas de pilotes.

A nivel nacional, los problemas geotécnicos de la infraestructura vial están asociados principalmente a investigaciones geológicas y geotécnicas inadecuadas, deficientes o escasas; al uso inapropiado de criterios de diseño vial (especificar pendientes uniformes para todos los taludes de un corredor vial), a restricciones económicas y a una mala gestión de proyectos; a diseños geotécnicos e hidráulicos inadecuados, al uso inadecuado o escaso de nuevas tecnologías y a la repetición en un proyecto de soluciones planteadas para otro, sin investigaciones, análisis y diseños que respalden esta práctica.

2.2.2.4 Sistema Vial

El sistema vial de la ciudad de Ica, responde a la trama originaria en damero del centro actual de la ciudad, a su topográfica llana y al espontáneo crecimiento urbano de las últimas décadas. Está formado por: - Vía de carácter nacional e internacional (Panamericana Sur) – Vías interdistritales – Vías principales – Vías secundarias y locales – Red vial del área central. La problemática vial se caracteriza por ser un sistema vial trunco en varios ejes principales que actualmente se encuentran en proceso de apertura, algunas de las más importantes son: Autopista F. León de Vivero, Nicolás de Rivera el Viejo, Chota. Prolongación José de la Torre Ugarte, prolongación Salaverry, prolongación Callao, prolongación Lambayeque, prolongación Puno (puente), prolongación Pisco (puente), prolongación Av. Siete.

FOTO 03



2.2.2.5 Restricciones geológico – geotécnicas del proyectos viales

El entorno donde se desarrolle un proyecto vial puede verse afectado por diferentes tipos de amenazas naturales, las cuales se asocian con restricciones geológico geotécnicas para un proyecto. Siendo los proyectos viales proyectos lineales, en la mayoría de los casos de gran longitud, es normal que el trazado de una ruta se vea influenciado por múltiples amenazas, pudiendo identificarse una o más para un mismo tramo.

Entre las principales restricciones geológico-geotécnicas que afectan los proyectos viales están:

- Subsistencia: la cual se refleja como hundimientos generalizados del terreno y puede ser producida por la extracción de agua subterránea, presencia de cavernas, sismicidad o fallas geológicas.
- Hundimientos: por fallas geológicas en caso de sismo.
- Asentamientos: por consolidación de zonas de relleno, terraplenes y accesos a puentes.

- Baja capacidad de soporte del suelo de cimentación: pudiendo afectar las estructuras de los pavimentos, terraplenes, accesos a puentes y la cimentación de muros.
- Deslizamientos de tierra: causados por formaciones susceptibles a movimientos, mal manejo de aguas de escorrentía y subterránea, excavaciones, rellenos mal compactados, sismos, entre otros.
- Caídos de roca.
- Suelos expansivos: que se reflejan con un movimiento lento y continuo de la estructura del pavimento a lo largo de ciclos de secado y humedecimiento de las arcillas expansivas.
- Suelos colapsables: los cuales sufren de asentamientos muy rápidos al saturarse.
- Karsticidad: producto de la presencia de cavernas por disolución de rocas calcáreas que se ubiquen debajo de la ruta.
- Inundaciones.
- Erosión eólica e hidráulica: la cual puede presentarse en forma laminar o en surcos, que si no se tratan pueden resultar en cárcavas.
- Sismicidad y efectos asociados en el terreno: como la licuación.
- Avalanchas de lodos y detritus.
- Tsunamis y volcanismo.

De acuerdo a Vargas (2010), algunas de las principales restricciones asociadas a las rutas de montaña son los deslizamientos, flujos de lodo, la colapsabilidad e inestabilidad de suelos y la caída de rocas.

Para las rutas de planicie, algunas de las restricciones que las pueden afectar son las inundaciones, la erosión y socavación, la compresibilidad y expansividad de suelos, la licuación y los flujos de lodo.

La mayoría de estas restricciones, si son identificadas a tiempo, pueden ser manejadas realizando diseños viales que las tomen en consideración desde las etapas iniciales, con el fin de evitar en etapas finales del proyecto (construcción u operación) la necesidad de atender problemas que pudieron haberse evitado desde un principio.

2.2.2.6 Importancia de la investigación geológico- geotectónica en proyectos viales

Para reducir el impacto que las restricciones geológico-geotécnicas puedan tener sobre un proyecto vial es trascendental realizar una investigación geológica y geotécnica de calidad, conveniente y suficiente, que admita detectar el tipo de amenaza a la cual está expuesto el corredor vial, determinar su probabilidad de ocurrencia y determinar la extensión de su impacto sobre el propósito.

Una vez realizadas estas tareas, se deben analizar las alternativas para el manejo de estas amenazas y diseñar las obras requeridas.

Se debe establecer, entonces, la recurrencia de estos eventos, si se trata de eventos aislados, de eventos continuos o de ocurrencia periódica, la posibilidad de predecir los eventos y la criticidad de los mismos para, a partir de esta información, poder determinar la investigación geológico-geotécnica que debe realizarse.

Es importante realizar una investigación conveniente y suficiente, que permita determinar todos los parámetros que se requieran para las etapas de diseño, construcción y operación del proyecto.

La incorrección de información sobre el subsuelo, así como la indagación defectuosa resultan en proyectos con costos mayores, siendo por lo tanto razonable y necesario invertir los recursos suficientes, en las etapas iniciales, en investigaciones del subsuelo, que redundarán en diseños optimizados económica y técnicamente.

2.2.2.7 Ingeniería Geotécnica

La ingeniería geotécnica es un área derivada de la ingeniería civil e ingeniería geológica que estudia las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los suelos y rocas.

Las investigaciones geotécnicas en el suelo y las rocas, se realizan con el fin de determinar sus propiedades y diseñar los mecanismos de apoyo o cimentaciones para estructuras tales como: edificios, puentes, centrales hidroeléctricas, muros de contención, estabilización de taludes, túneles, carreteras, etc.

Los ingenieros geotécnicos, además de entender cabalmente los principios de la mecánica y de la hidráulica, necesitan un adecuado dominio de los conceptos básicos de la geología. Es de especial importancia conocer las condiciones bajo las cuales determinados materiales fueron creados o depositados, y los posteriores procesos estructurales o diagenéticos (procesos metamórficos, de sustitución, cristalización, etc.) que han sufrido.

Los ingenieros geotécnicos también investigan el riesgo para los seres humanos, las propiedades y el medio ambiente, derivados de la ocurrencia de fenómenos naturales o propiciados por la actividad humana tales como deslizamientos de terreno, hundimientos de tierra, flujos de lodo y caída de rocas.

Antiguamente, a la geotecnia se la identificaba como la mecánica de suelos; pero el término se amplió para incluir temas como la ingeniería sísmica, la elaboración de materiales geotécnicos, mejoramiento de las características del suelo, interacción suelo-estructura y otros. Sin embargo, la geotecnia es una de las ramas más jóvenes de la ingeniería civil y, por lo tanto, sigue evolucionando activamente.

La Ingeniería Geotécnica, es la rama de la ingeniería civil relacionada con el comportamiento de la ingeniería de materiales terrestres. La Ingeniería Geotécnica utiliza los principios de mecánica de suelos y mecánica de rocas para investigar las condiciones del subsuelo y los materiales, determinar la relevancia física/química y propiedades mecánicas de estos materiales, evaluar la estabilidad de las pendientes naturales del suelo y los depósitos construidos por el hombre; y evaluar los riesgos planteados por las condiciones del sitio, diseño movimiento de tierras y la estructura de cimentación, y vigilar las condiciones del lugar, movimiento de tierras y construcción de la fundación.

En un sentido amplio, la Ingeniería Geotécnica es la rama de la ingeniería civil que emplea métodos científicos para determinar, evaluar y aplicar la interrelación entre el medio ambiente geológico y las obras de ingeniería. En un contexto práctico, la Ingeniería Geotécnica abarca la evaluación, diseño y construcción con materiales de la tierra.

El carácter amplio de esta rama de la ingeniería civil, se demuestra por el gran número de comités técnicos que componen el Geo-Instituto de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE). Además, la Sociedad Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (ISSMGE) incluye los siguientes 31 Comités Técnicos: sedimentos calcáreos, pruebas centrífugas y de modelado físico, Ingeniería Geotécnica costera, deformación de los materiales de suelo, Ingeniería geotécnica sísmica, educación en Ingeniería Geotécnica, Geotecnia ambiental, efectos de las heladas, caracterización geofísica del Sitio, Geosintéticos y refuerzo del suelo, mejora del suelo, Caracterización de propiedades del suelo de pruebas in-situ, suelos endurecidos y rocas blandas, Instrumentación para monitoreo geotécnico, deslizamientos de tierra, diseño de estado límite en Ingeniería del Terreno, Micro geomecánicas, Ingeniería

Geotécnica de alta mar, turba y suelos orgánicos, pilotes, Preservación de Sitios Históricos, Práctica Profesional, Evaluación y Gestión de Riesgos, socavación de las fundaciones, la evaluación e interpretación del muestreo de suelos, las Pruebas de esfuerzo-deformación de los Geomateriales en el laboratorio, presas relave, los suelos tropicales y residuales, la construcción subterránea en terrenos blandos, los suelos no saturados, y validación de simulaciones por ordenador.

La Ingeniería Geotécnica se relaciona también con la costa y la ingeniería oceánica. La ingeniería de costas puede incluir el diseño y construcción de muelles, puertos deportivos y embarcaderos. La ingeniería marina puede implicar la fundación y sistemas de anclaje para estructuras marítimas como plataformas petrolíferas.

Los campos de la Ingeniería Geotécnica y la Ingeniería Geológica están estrechamente relacionados, y tienen grandes áreas de traslapo. Sin embargo, la Ingeniería Geotécnica es una especialidad de la ingeniería, mientras la Ingeniería Geológica es una especialidad de la Geología.

Funciones de la Ingeniería Geotécnica

Las principales funciones de la ingeniería geotécnica son las siguientes:

- Evaluación de riesgos geotécnicos, incluyendo el potencial de deslizamientos de tierra.
- Determinación de la capacidad de carga, las deformaciones de las fundaciones, y posibles interacciones entre el suelo, cimientos y la estructura.
- Evaluación de la presión de la tierra y la realización de muros de contención.
- Análisis del comportamiento del terraplén.

- Esfuerzos en las excavaciones, cuevas, túneles.
- Realización de análisis de la respuesta de un sitio.

La investigación geotécnica es el primer paso en la aplicación de métodos científicos y principios de ingeniería, para obtener soluciones de problemas de la Ingeniería Civil. La identificación de los tipos de suelo y roca, la medición de los niveles de agua subterránea, la determinación de esfuerzos en los materiales, identificando las limitaciones geológicas; son algunos de los aspectos que un ingeniero geotécnico necesita estudiar. Posteriormente, el diseño geotécnico entra en escena, después que la actividad investigadora ha finalizado y se analizan debidamente los resultados de la investigación. El criterio de desempeño factible para las obras de ingeniería, se establece a través del proceso de diseño geotécnico.

Que se ha logrado mediante la Ingeniería Geotécnica

Muchas estructuras que fueron construidas hace siglos son monumentos de la curiosidad, incluso hoy en día. En Egipto los templos construidos hace tres o cuatro mil años siguen existiendo, aunque el diseño de sus cimientos no se basa en ningún principio conocido en la actualidad. Los romanos construyeron estructuras notables de ingeniería tales como puertos, diques, acueductos, puentes, grandes edificios públicos y una amplia red de durables y excelentes carreteras. La torre inclinada de Pisa en Italia que se construyó durante el siglo XIV sigue siendo un centro de atracción turística. Muchos puentes se construyeron entre los siglos XV y XVII. Los pilotes de madera se utilizaron para muchas de las fundaciones.

Otra maravilla de los logros de la ingeniería es la construcción del famoso mausoleo Taj Mahal en las afueras de la ciudad de Agra. Este fue construido en el siglo XVII por el emperador mogol de Delhi,

Shahjahan, para conmemorar su esposa favorita Mumtaz Mahal. El mausoleo se construyó en la orilla del río Jamuna. La proximidad del río requirió una atención especial en la construcción de las fundaciones. Se ha reportado que pozos cilíndricos de mampostería se utilizaron para los cimientos. Esto da crédito a los ingenieros que diseñaron y construyeron esta gran estructura que sigue estando en buenas condiciones, incluso después de un lapso de cerca de tres siglos.

Casos mundiales en los que hizo falta la aplicación de la Ingeniería Geotécnica

Dos de las obras de construcción de carácter monumental en el ámbito mundial donde se hizo patética la ausencia de los postulados de la Mecánica de Suelos moderna, son la Torre de Pisa y el canal de Panamá. La llamada Torre Inclinada de Pisa fue comenzada por Bonno Pisano en el 1174 y terminada en la segunda mitad del Siglo XIV. Con una altura de cuarenta y cinco (45) metros y un peso total de 14,500 toneladas, su cimentación anular transmite presiones al subsuelo del orden de 5 Kg/cm². Fundada sobre capas alternadas de arena y arcilla, su inclinación comenzó a producirse desde la época de su construcción como consecuencia de presiones diferenciales de los suelos afectados, observándose en la actualidad una separación entre la vertical y el eje longitudinal de la torre de 4.90 m en su parte más alta.

Una estructura parecida construida en Venecia, de 100 m de altura, se desplomó en 1902 cuando su inclinación era de apenas 0.8%. Una nueva torre, existente, fue erigida en el lugar de la antigua, con una cimentación más grande.

El primer intento por construir un canal artificial que uniese los océanos Atlántico y Pacífico, en Panamá, fue realizado por el Ing.

Francés Fernando de Lesseps, en el 1881, quien antes había llevado a cabo el Canal de Suez. Pero no fue hasta el año 1914 que el canal de navegación solucionado por los norteamericanos mediante un sistema de esclusas pudo ser puesto en servicios, después de lograr el saneamiento de la zona de la fiebre amarilla y la malaria. El costo final de la obra fue de 380 millones de dólares, suma superior a la estimada en el presupuesto. Se excavaron 315 millones de metros cúbicos de material, en los 82.5 Km. de longitud del canal, de los cuales 129 millones correspondieron al corte de Gaillard. La construcción se caracterizó por grandes deslizamientos en las formaciones denominadas "culebra" y "cucaracha", estando constituida esta última por arenisca arcillosa estructuralmente débil. Las fallas se siguieron produciendo años después de la inauguración del canal provocando el cierre temporal por períodos más o menos largos. La estabilidad actual de las laderas del Canal de Panamá plantea un problema de resistencia a largo tiempo, donde las respuestas hay que buscarlas en la asociación de la geología y la Mecánica de Suelos.

El progreso de la Ingeniería Geotécnica

La Ingeniería Geotécnica se ocupa del proyecto y construcción de obras en todos los aspectos que afectan al terreno. Son clásicas actividades de la Ingeniería Geotécnica: el proyecto de las cimentaciones de estructuras, el diseño y construcción de túneles, el estudio de la estabilidad de laderas, cortes y terraplenes, el proyecto de muros y excavaciones y el análisis de las condiciones de estabilidad de presas. Su vinculación con la Mecánica es primordial porque en las actividades citadas se debe encontrar la respuesta del terreno frente a acciones que, casi siempre, suponen un cambio en el estado tensional o de las presiones de fluidos del terreno. Esa ligazón con las tensiones y deformaciones le dará su perfil característico, que la hace diferente de otras áreas del conocimiento que se ocupan del medio geológico. En el mismo núcleo de la

Ingeniería Geotécnica se encuentra, por tanto, la Mecánica, que se especializa en Mecánica de Suelos y Mecánica de Rocas, las dos disciplinas científicas que proporcionan bases fundamentales para el desarrollo técnico.

La actividad geotécnica es muy antigua, como lo ha sido la construcción de obras, estructuras y monumentos. Nunca ha sido una consideración disuasoria el desconocer en profundidad las bases mecánicas teóricas del comportamiento de los materiales geológicos o los modelos matemáticos que pudieran “representar” la obra en cuestión. Un ejemplo notorio es la construcción de túneles, que había alcanzado un desarrollo muy notable antes de que se acuñaran incluso los términos Mecánica de Suelos y Mecánica de Rocas, o de que se celebraran formalmente los primeros congresos internacionales sobre estas teorías emergentes (en 1936, en Harvard, en el caso de la Mecánica de Suelos, y en 1966, en Lisboa, en el caso de la Mecánica de Rocas). Los puentes y las catedrales se han cimentado, las presas y carreteras se han construido, los canales se han excavado con independencia del desarrollo de los principios que rigen el comportamiento mecánico de suelos y rocas.

Por ello, las reglas técnicas, siempre inspiradas en la experiencia acumulada, son más antiguas que los desarrollos teóricos que las avalan.

Tradicionalmente, como ha sido también la forma de proceder en los proyectos de obras y estructuras en general, el proyecto geotécnico debía cumplir dos requisitos fundamentales:

1. Asegurar la estabilidad de la obra, y
2. Conseguir que las deformaciones o movimientos en servicio fueran aceptables.

La primera condición lleva de forma natural al estudio de las condiciones de rotura. Asegurar la estabilidad significa situar lo proyectado suficientemente lejos del colapso y esa distancia a la rotura se concreta en el concepto de Factor de Seguridad. La segunda condición requiere el conocimiento de la "rigidez" del terreno frente a las cargas y otros cambios en el estado inicial del suelo como consecuencia de la realización del proyecto. En ambos casos deben desarrollarse herramientas de predicción.

Desde la perspectiva del comportamiento de los materiales geológicos, las dos condiciones citadas llevan a investigar, por un lado, la resistencia del terreno, y por el otro, su deformabilidad. Esta dicotomía se recoge claramente en los libros de texto clásicos.

A diferencia de otras disciplinas de la ingeniería civil, que normalmente se ocupan de materiales cuyas propiedades están bien definidas, la Ingeniería Geotécnica se refiere a los materiales del subsuelo, cuyas propiedades, en general, no se puede especificar.

Los Pioneros o Precursores de la Ingeniería Geotécnica se basaron en el "punto de vista observacional" para desarrollar una comprensión del suelo y la mecánica de rocas, y el comportamiento de los materiales de suelo en condiciones de carga. Este enfoque ha sido reforzado por la llegada de la instrumentación electrónica de campo, la amplia disponibilidad de potentes ordenadores personales, y el desarrollo de sofisticadas técnicas numéricas. Todo esto hace posible determinar hoy día, con mayor precisión la naturaleza no homogénea, no lineal, anisotrópico y el comportamiento de los materiales de suelo para su aplicación en obras de ingeniería.

Algunas distinciones importantes

El suelo es utilizado como material de construcción en diversos proyectos de ingeniería civil, y es compatible con bases estructurales. Por lo tanto, los Ingenieros Civiles deben estudiar las propiedades del

suelo, tales como su origen, la distribución de tamaño de grano, la capacidad para drenar el agua, compresión, resistencia al corte, y la capacidad de carga.

La mecánica de suelos es la rama de la ciencia que se ocupa del estudio de las propiedades físicas del suelo y el comportamiento de las masas de suelo sometidas a diversos tipos de esfuerzos.

La mecánica de suelo es un campo importante de la Ingeniería Geotécnica, en el que el suelo se analiza antes de iniciar cualquier construcción, a fin de asegurar su idoneidad para soportar la carga de las estructuras deseadas. El suelo normalmente consta de partículas de piedra, mientras que el agua y el aire se encuentran en los espacios vacíos. Su conocimiento es esencial, para determinar las características de ingeniería de los suelos, que están influenciados por el tamaño de las partículas de roca, la forma de las partículas minerales, la distribución de tamaños de grano, y la cantidad de minerales, el aire y el agua en el suelo. Las propiedades de ingeniería de los suelos, generalmente consideradas para llevar a cabo el análisis de las condiciones del sitio y el diseño de las estructuras son: peso unitario, peso específico seco, el peso específico saturado, porosidad y permeabilidad. Varias pruebas de laboratorio se llevan a cabo, para determinar la idoneidad de los suelos, incluyendo los ensayos de permeabilidad, la compactación del suelo, la densidad relativa y contenido de humedad.

La Ingeniería de Suelos es la aplicación de los principios de la mecánica de suelos a los problemas prácticos.

La Ingeniería Geotécnica es la especialidad de la ingeniería civil que implica materiales naturales que se encuentran cerca de la superficie de la tierra. Se incluye la aplicación de los principios de mecánica de suelos y mecánica de rocas para el diseño de las

fundaciones, estructuras de contención, y las estructuras de tierra. La Ingeniería Geotécnica es la ciencia de la ingeniería de la selección, diseño y construcción de características construidas de o sobre suelos y rocas. Las cimentaciones superficiales, fundaciones profundas, estructuras de contención de tierras, el suelo y terraplenes de roca y los cortes son todas las áreas de especialidad de la Ingeniería Geotécnica.

La Ingeniería de Fundaciones es el arte de seleccionar, diseñar y construir obras de ingeniería para los sistemas estructurales de apoyo, basado en principios científicos del suelo e ingeniería mecánica y las teorías de interacción suelo-estructura, y la incorporación de experiencia acumulada con las aplicaciones de este tipo.

La evaluación de las fundaciones es un elemento importante en relación con el diseño de estructuras, ya que las cargas de los edificios se transmiten al suelo a través de los cimientos, y estos deben ser lo suficientemente fuertes para soportar las cargas aplicadas. Las propiedades de los suelos y las capas de roca en el sitio, también influyen en el diseño de las cimentaciones. Apoyo de la fundación se ve afectado por la capacidad de carga, asentamiento y movimiento del suelo debajo de los cimientos. La capacidad portante del terreno es la capacidad del suelo para soportar las cargas de un edificio o estructura, y se debe determinar cuidadosamente para garantizar la seguridad de este. Los asentamientos se producen por debajo de casi todas las fundaciones, a pesar de que las estructuras aporten cargas menores, pueden experimentar asentamientos insignificantes. Cuando las estructuras son muy pesadas o los suelos de fundación son blandos, los asentamientos pueden ser de gran preocupación. El asentamiento que ocurre durante un período de tiempo, puede tener consecuencias importantes. Todos estos aspectos deben ser considerados al momento de llevar a cabo el diseño de cimentaciones.

Los geo sintéticos han surgido como una solución fiable para los problemas de la ingeniería civil. Sus propiedades características como resistencia al agua y la naturaleza polimérica, los hacen adecuados para resistir el drenaje del agua, proporcionando el refuerzo, la contención estructural, etc. Geofoam, revestimientos geosintéticos de arcilla, geoceldas, celdas de infiltración, y geotextiles, son algunos de los productos más utilizados en obras de ingeniería civil en todo el mundo.

2.2.2.8 Geología en obras viales

La geología en obra viales juega un papel muy importante pues la mayoría de las carreteras, túneles, y demás obras viales utilizan la geología para realizar estudio de suelo de los terrenos que se utilizaran para dichas obras. Ahora veremos algunos ejemplos donde se aplica la geología:

a) Perforación de Lumbreras: una de las partes más especializadas en las excavaciones abiertas es la perforación de lumbreras para el acceso de trabajos de túneles. Existe una experiencia abundante que nos ofrece la industria minera; por cierto, la perforación de lumbreras es una operación de construcción compartida por los ingenieros civiles y los de minas, pues muchas de las galerías de las grandes minas son obras de contratistas en ingeniería civil y muchos ingenieros mineros se les consulta acerca del problema con lumbreras en obras civiles.

b) Cimentación de Puentes: como antecedente necesario deberá recalcar la gran importancia de la geología en la cimentación de los puentes. Por muy científicamente que esté diseñada una columna de un puente, en definitiva el peso total del puente y las cargas que soporta deberán descansar en el terreno de apoyo. Para

el ingeniero estructural las columnas y los estribos de un puente no son realmente “interesantes”. Sin embargo, debe prestarles un interés más que pasajero, ya que muy menudo el diseño de las cimentaciones compete al ingeniero estructural responsable del diseño de la superestructura.

c) Campos de Aviación: el crecimiento de la aviación civil ha sido extraordinario en los últimos siglos; y es en este por su extensión en donde la geología no es tan determinante como en otros tipos de construcciones. Los campos de aviación modernos tienen que ser áreas muy grandes y bastante planas sin serios impedimentos para volar en los alrededores.

d) Carreteras: son contadas las obras de ingeniería civil que guardan relación tan estrechamente con la geología como las carreteras. Se puede esperar que todo proyecto de carreteras importante encuentre una gran variedad de condiciones geológicas, puesto que se extienden grandes distancias. Aunque será extraño que una carretera requiera actividades constructivas en las profundidades del subsuelo, los cortes que se realizan para lograr las gradientes uniformes que demandan las autopistas modernas proporcionan por necesidad una multitud de oportunidades de observar la geología. No sólo es atractivo para los conductores, sino que también revelan detalles de la geología local que de otro modo serían desconocidos.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Afirmado

Capa compactada de material granular natural ó procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.

Estructura

Son los elementos que cumplen la función de resistir las cargas. Para ello cumplen la condición de estabilidad y equilibrio. La primera condición se vincula con los movimientos de los edificios. Esto evita posibles derrumbes a causas de factores externos como el viento. La segunda condición, el equilibrio, garantiza también la inmovilidad, pero a su vez no permite que se altere la forma del edificio.

Material

Es el conjunto de aquello necesario, elementos, utensilios, entre otros, que resultan ser imprescindible para efectuar satisfactoriamente la obra o la actividad en cuestión, como ser, material escolar, material de laboratorio, material de construcción, material de oficina, entre los más destacados.

Problemas geotécnicos

Un problema geotécnico es cualquier tipo de evento que cause deformaciones y daños a terreno y a las obras civiles circunvecinas

Obra

Infraestructura vial ejecutada en un ÁREA DE TRABAJO, teniendo como base un Expediente Técnico aprobado, empleando generalmente recursos: mano de obra, materiales y equipo.

Obras viales

Son obras para propiciar el desplazamiento mecánico de personas y mercancías. Las principales obras viales son: Ferrocarril, carreteras (autopistas), túneles y puentes.

Operación vial

Conjunto de actividades que se inician al término de una intervención de la vía y tienen por finalidad mantener un nivel de servicio adecuado.

Estas están referidas al cuidado y vigilancia de los elementos confortantes de la vía incluyendo la preservación de la integridad física del Derecho de Vía, el control de cargas y pesos vehiculares, los servicios complementarios, medidas de seguridad vial así como la prevención y atención de emergencias viales.

Terreno

Un terreno es un espacio de tierra sobre el cual generalmente y más comúnmente la gente puede construir casas, edificios, negocios, locales, entre otros.

Resistencia

Es la capacidad de un sólido para soportar presiones y fuerzas aplicadas sin quebrarse, deformarse o sufrir deterioros.

CAPÍTULO III

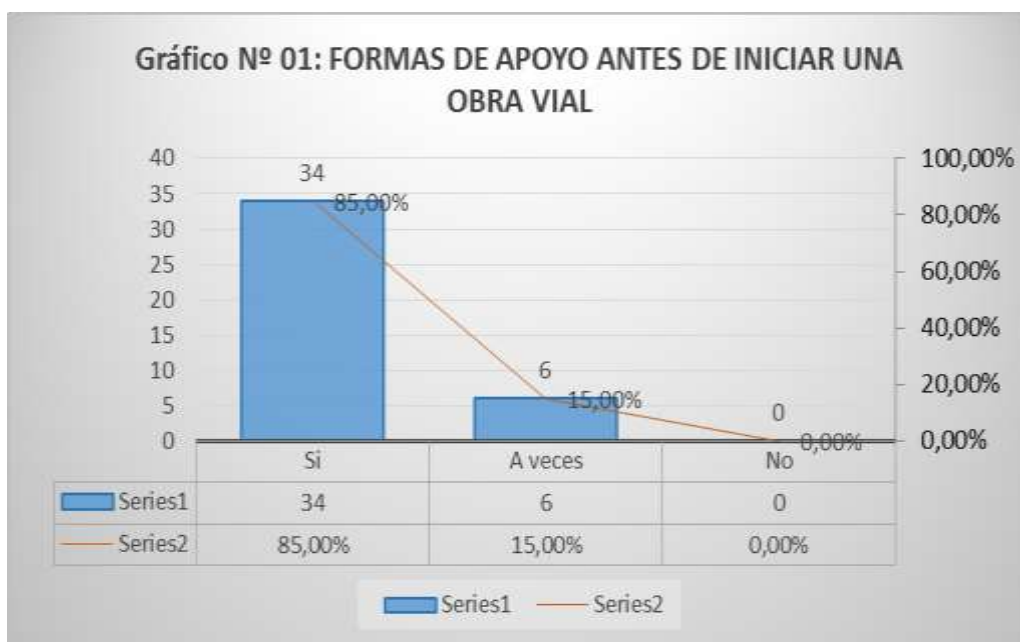
PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Análisis de Tablas y Gráficos

Tabla N° 01: ¿Se define las formas de apoyo del cemento antes de iniciar una obra vial?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	34	85.00%	85.00%
A VECES	6	15.00%	100.00%
NO	0	0.00%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 01

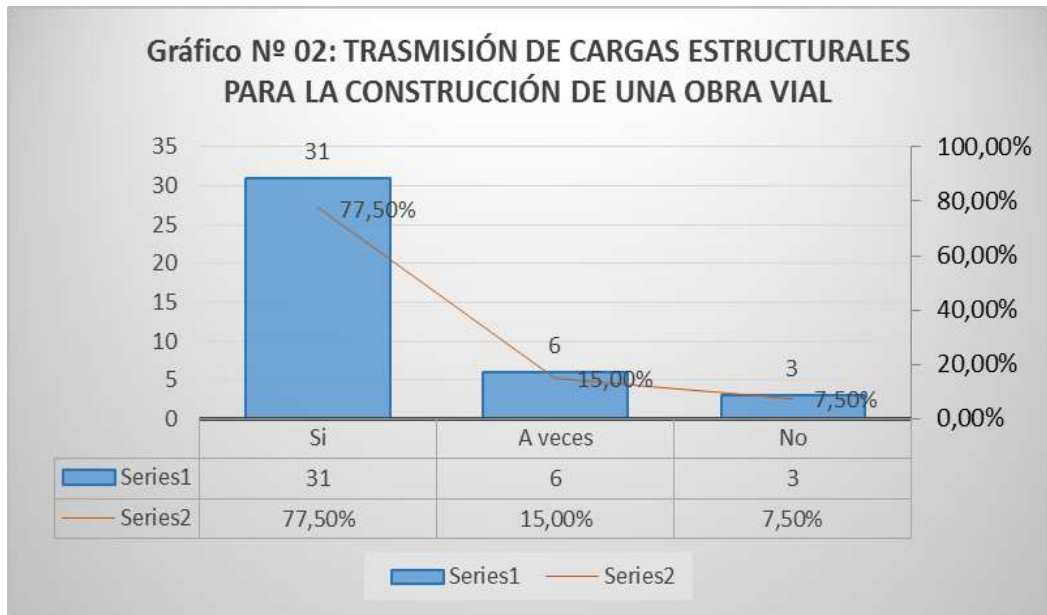
Interpretación:

En la figura N° 01, se obtiene los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes constituyen el 100% de la muestra en estudio, de los cuales un 85,00% considera que si es fundamental definir las formas en apoyo para el cimiento de una obra vial, y el 15,00% afirmó que solo a veces es fundamental considerar las formas en apoyo para el cimiento de una edificación. Por lo que se deduce que es importante que los especialistas evalúen los apoyos de una obra vial para evitar posibles deformaciones futuras.

Tabla N° 02: ¿Se realiza la trasmisión de cargas estructurales para la construcción de una obra vial en la ciudad de Ica?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	31	77.50%	77.50%
A VECES	6	15.00%	92.50%
NO	3	7.50%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 02

Interpretación:

En la figura N° 02, tenemos los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes constituyen el 100% de la muestra en estudio, de los cuales un 77,50% sostiene que si se evalúa la transmisión de cargas estructurales para la construcción de una obra vial, mientras que el 15,00% sustentó que solo a veces y el 7,50% afirmó que no se realiza una evaluación de la transmisión de cargas, por lo que podemos deducir que existe un efecto negativo de los problemas geotécnicos que influyen en las obras viales por no haberse realizado una correcta evaluación de la transmisión de cargas, observándose en la ciudad de Ica la aparición de piel de cocodrilo en las obras viales producto de la falta de evaluación de transmisión de cargas.

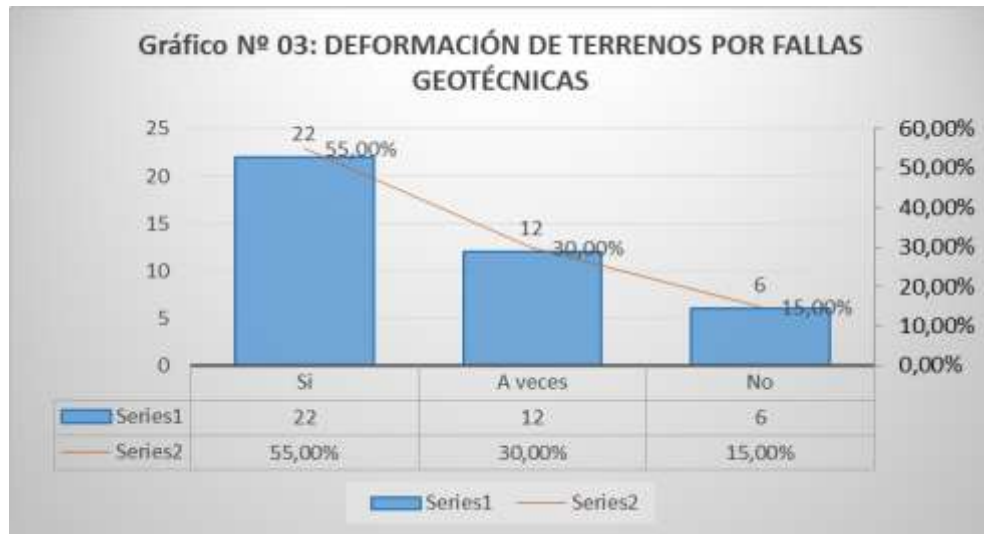
FOTO N° 04: PIEL DE COCODRILO



Tabla N° 03: ¿Ha observado que la deformación de los terrenos se produce por fallas geotécnicas?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	22	55.00%	55.00%
A VECES	12	30.00%	85.00%
NO	6	15.00%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 03

Interpretación:

En la figura N° 03, se obtiene los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica que representan el 100% de la muestra en estudio, de los cuales un 55,00% considera que en la ciudad de Ica si se deforman los terrenos para cimiento con facilidad, el 30,00% afirma que solo a veces y el 15,00% afirmo que en la ciudad de Ica no se deforman los terrenos para cimiento con facilidad. Atribuyendo este fenómeno a los constantes sismos que se producen en nuestra localidad.

FOTO N° 05



Fuente: Calle San Martín

Tabla N° 04: ¿Existe resistencia en los terrenos de la ciudad de Ica para desarrollar proyectos viales?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	21	52.50%	52.50%
A VECES	10	25.00%	77.50%
NO	9	22.50%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 04

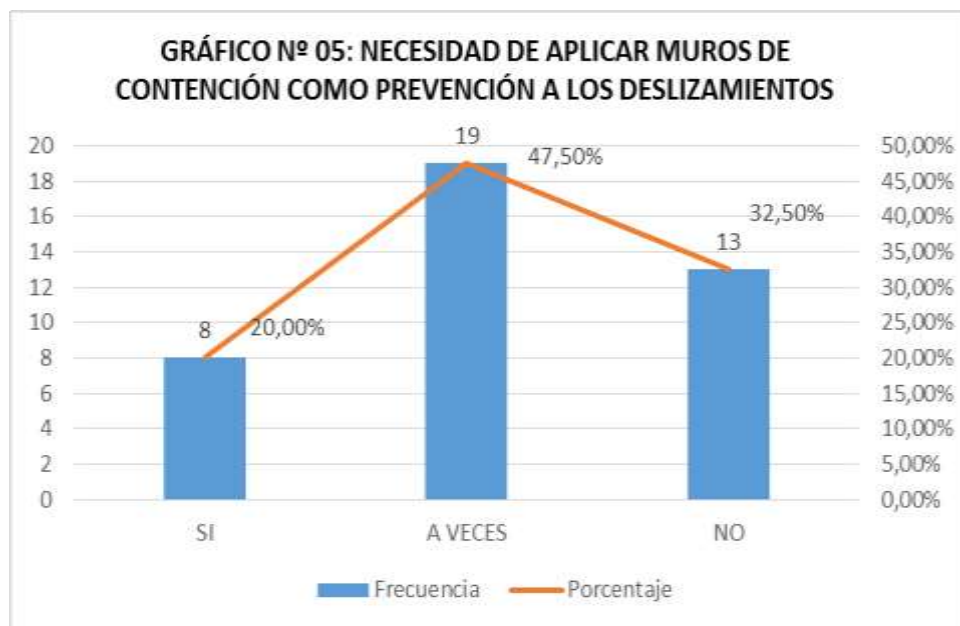
Interpretación:

En la figura N° 04, tenemos los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes constituyen el 100% de la muestra en estudio, de los cuales un 52,50% considera que los terrenos utilizados como cimientos en la ciudad de Ica si son resistentes, el 25,00% afirma que solo a veces y el 22,50% sustentó que los terrenos utilizados como cimientos en la ciudad de Ica no son resistentes. Considerando que el terreno en la ciudad de Ica es arenoso, situación que pone en riesgo la resistencia de los materiales para la construcción de obras viales.

Tabla N° 05: ¿Existe la necesidad de aplicar muros de contención como prevención a los deslizamientos?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	8	20.00%	20.00%
A VECES	19	47.50%	67.50%
NO	13	32.50%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 05

Interpretación:

En la figura N° 05, se obtiene los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes conforman el 100% de la muestra en estudio, de los cuales un 47,50% sostiene que solo a veces existe la necesidad de aplicar muros de contención como prevención a los deslizamientos, el 32,50% afirma que no y por ultimo un 20,00% asegura que si existe la necesidad de aplicar muros de contención como

prevención a los deslizamientos, situación que se ve reflejada sobre todo en los muros de contención colocado en las riveras del río Ica.

FOTO N° 06

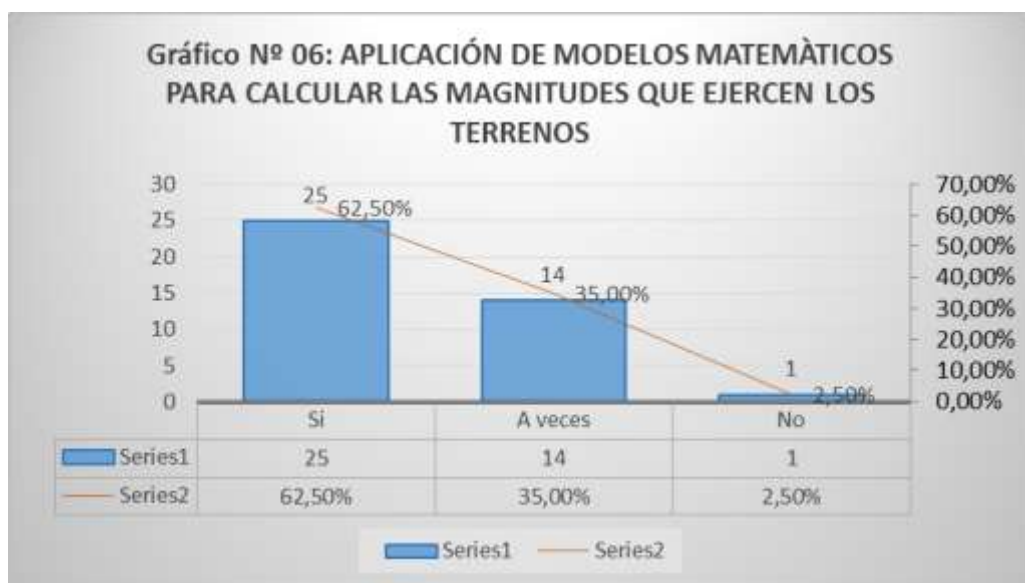


Fuente: Ribera del Río Ica

Tabla N° 06: ¿Se aplican modelos matemáticos para calcular las magnitudes que ejercen los terrenos de la ciudad e Ica?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	25	62.50%	62.50%
A VECES	14	35.00%	97.50%
NO	1	2.50%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 06

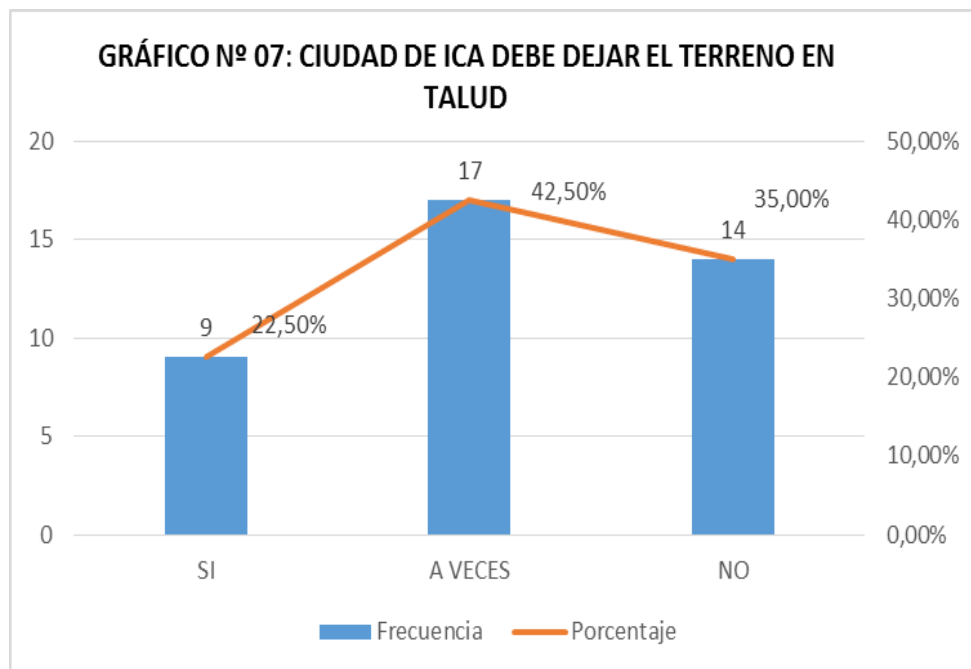
Interpretación:

En el gráfico N° 06, tenemos los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes constituyen el 100% de la muestra en estudio, de los cuales el 62,50% considera que si es necesario aplicar modelos matemáticos para calcular las magnitudes que ejercen los terrenos de la ciudad de Ica, el 35,00% afirma que solo a veces y el 2,50% sustentó que no es necesario calcular las magnitudes que ejercen los terrenos de la ciudad e Ica. Observándose que en su gran mayoría de los especialistas están de acuerdo que se deben aplicar modelos matemáticos par tener una exactitud de las magnitudes que influyen sobre los terrenos que serán sometidos a la construcción de obras viales.

Tabla N° 07: ¿Observa usted que en muchas ocasiones se deja el terreno en talud en talud?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	9	22.50%	22.50%
A VECES	17	42.50%	65.00%
NO	14	35.00%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 07

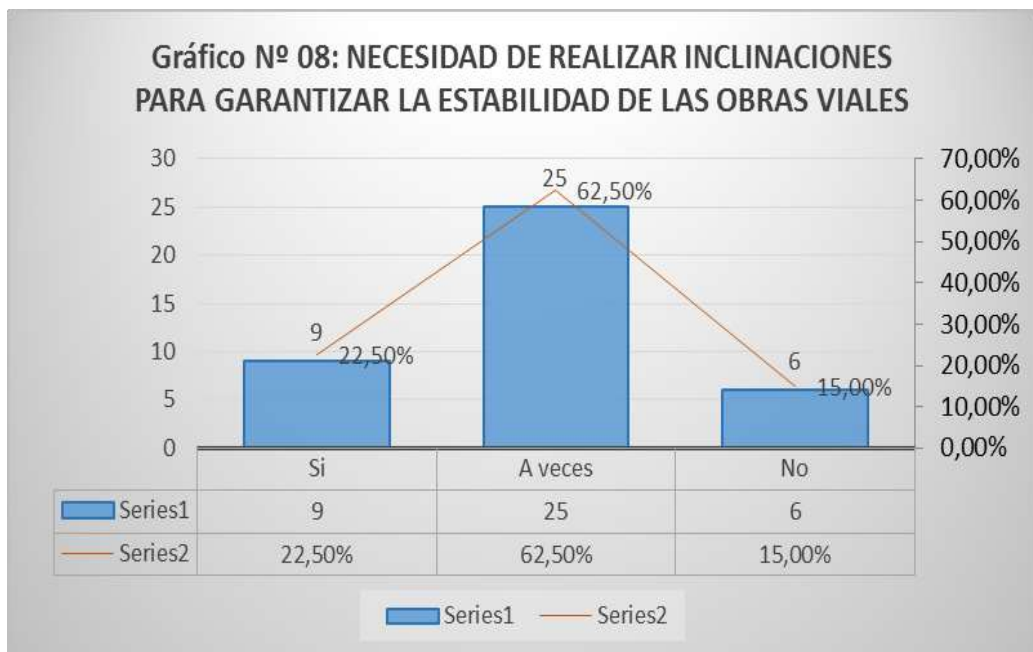
Interpretación:

En el gráfico N° 07, se obtiene los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes conforman el 100% de la muestra en estudio, de los cuales el 42,50% sostiene que en la ciudad de Ica a veces se deja el terreno en talud, un 35,00% afirma que no y el 22,50% asevero que en la ciudad de Ica si se debe dejar el terreno en talud.

Tabla N° 08: ¿Es necesario realizar inclinaciones para garantizar la estabilidad de las obras viales?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	9	22.50%	22.50%
A VECES	25	62.50%	85.00%
NO	6	15.00%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 08

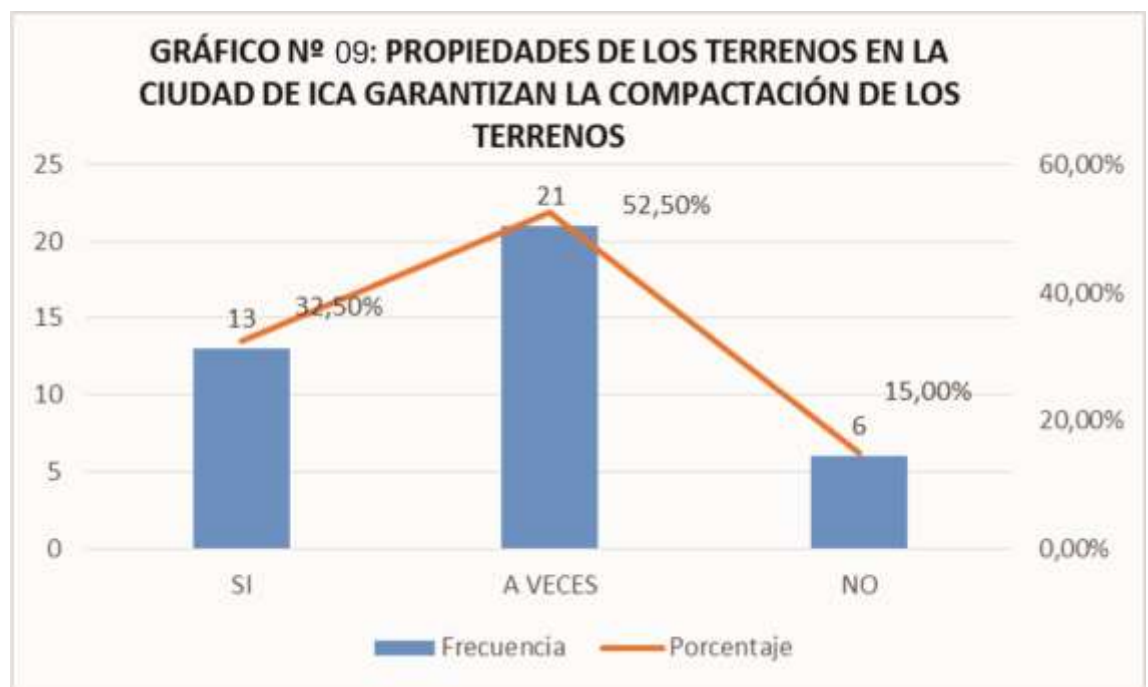
Interpretación:

En el gráfico N° 08, tenemos los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes constituyen el 100% de la muestra en estudio, de los cuales un 62,50% considera que solo a veces es necesario realizar inclinaciones para garantizar la estabilidad de las edificaciones, el 22,50% alega que solo si y un 15,00% sustentó que no es necesario realizar inclinaciones para garantizar la estabilidad de las edificaciones.

Tabla N° 09: ¿Se realiza un estudio de las propiedades de los terrenos para determinar su compactación?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	13	32.50%	32.50%
A VECES	21	52.50%	85.00%
NO	6	15.00%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 09

Interpretación:

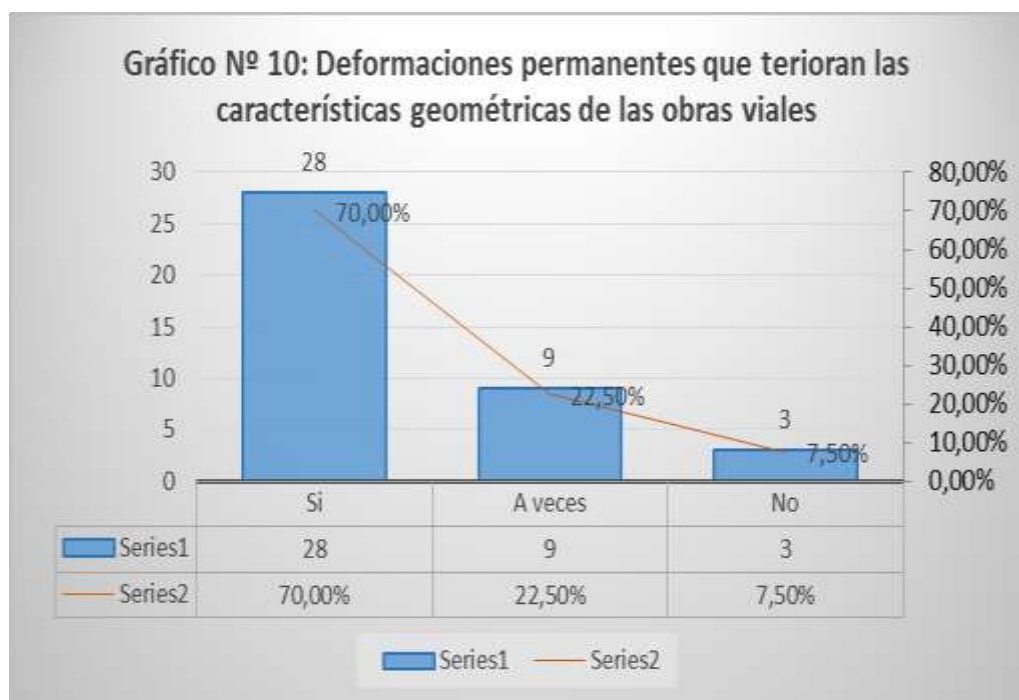
En el gráfico N° 09, tenemos los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes constituyen el 100% de la muestra en estudio, de los cuales el 52,50% considera que las propiedades de los terrenos en la ciudad de Ica a veces garantizan la compactación de los terrenos, el 32,50% afirma que si y el 15,00% sustento que las propiedades de los terrenos en la ciudad de Ica no garantizan la compactación de los terrenos. Por lo que se deduce que no existe un estudio serio de las propiedades que presentan los terrenos de

la ciudad de Ica, los cuales deben cumplir con los requisitos de compactación para poder realizar las obras viales.

Tabla N° 10: ¿Observa usted deformaciones permanentes que deterioran las características geométricas de las obras viales?

CATEGORÍA	CATEGORÍA	h(i)%	ACUMULADO
SI	28	70.00%	70.00%
A VECES	9	22.50%	92.50%
NO	3	7.50%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 10

Interpretación:

En el grafico N° 10, se obtiene los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes conforman el 100% de la muestra en estudio, de los cuales un 70,00% sostienen que si han

observado deformaciones permanentes que deterioran las características geométricas de las obras viales, el 22,50% atestigua que a veces y por ultimo un 7,50% testifico que no se ha observado estas deformaciones. Situación que se ve reflejada en algunas vías del cercado de Ica, tal como se muestra en la figura:

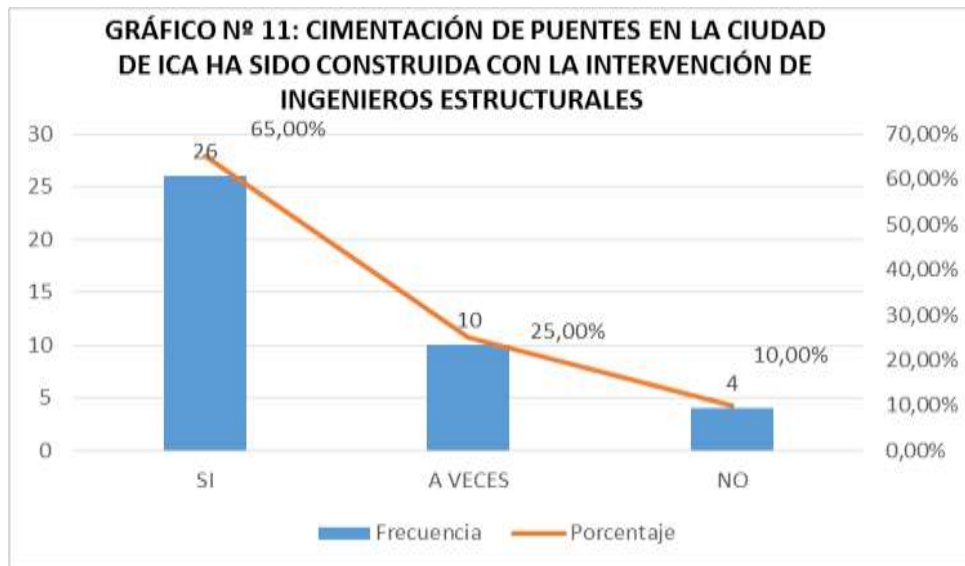
FOTO 07



Tabla N° 11: ¿La cimentación de puentes en la ciudad de Ica ha sido construida con la intervención de ingenieros estructurales?

CATEGORÍA	CATEGORÍA	h(i)%	ACUMULADO
SI	26	65.00%	65.00%
A VECES	10	25.00%	90.00%
NO	4	10.00%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 11

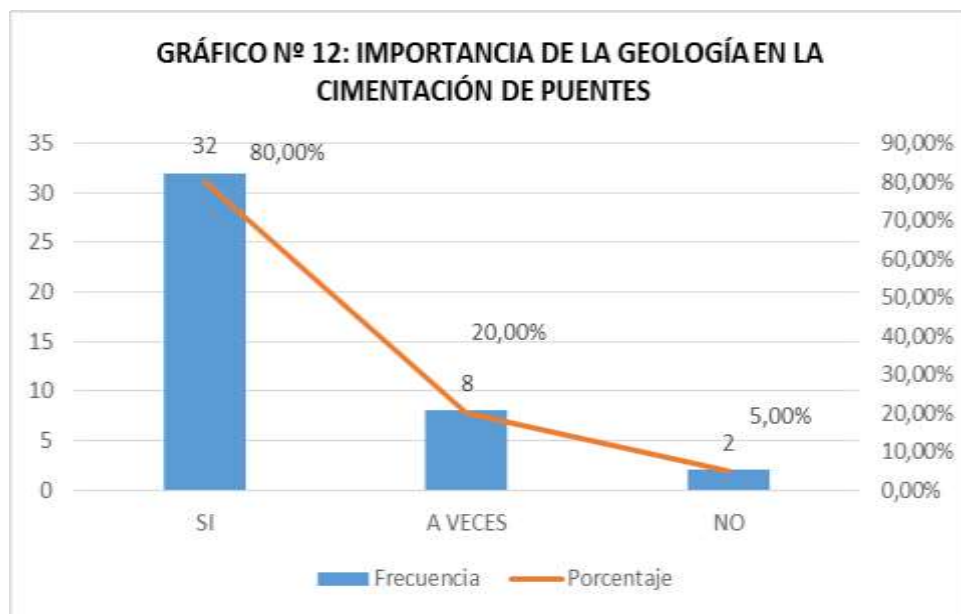
Interpretación:

En el gráfico N° 11, se consiguen los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes conforman el 100%, de los cuales un 65,00% considera que la cimentación de puentes en la ciudad de Ica si ha sido construida con la intervención de ingenieros estructurales, el 25,00% atestigua que a veces y por ultimo un 10,00% testifico que la cimentación de puentes en la ciudad de Ica no ha sido construida con la intervención de ingenieros estructurales. Por lo que se hace necesario en su totalidad la intervención de los especialistas en estructuras a fin de que los puentes en la ciudad de Ica sean construidos con criterios geotécnicos, evitando posibles daños a futuro.

Tabla N° 12: ¿Considera que la geología tiene gran importancia en la cimentación de puentes?

CATEGORÍA	f(i)	h(i)%	ACUMULADO
SI	32	80.00%	80.00%
A VECES	8	20.00%	100.00%
NO	2	5.00%	105.00%
TOTAL	40	105.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 12

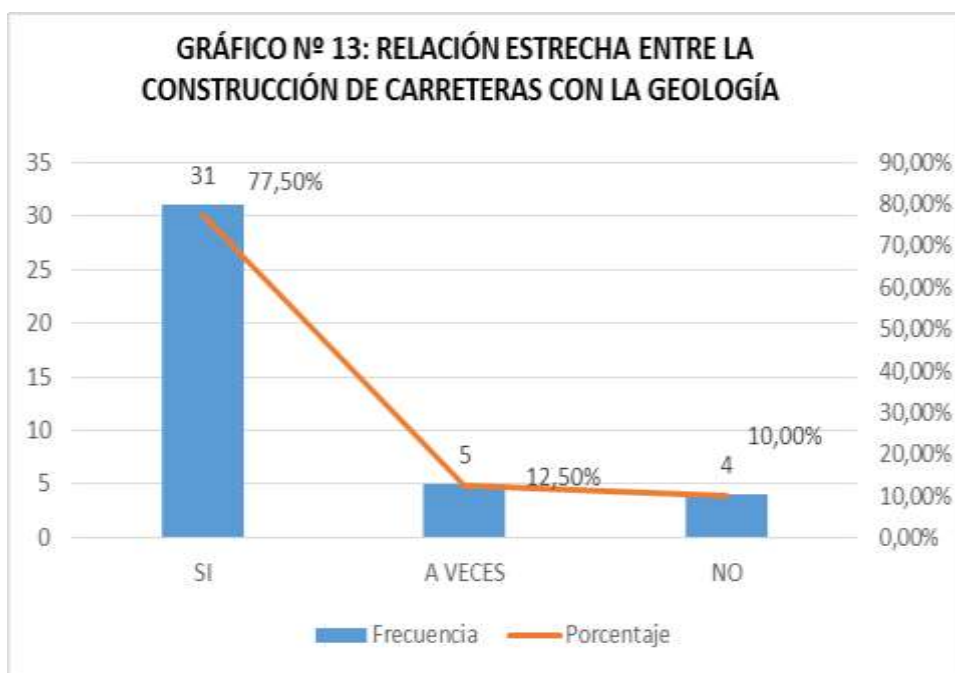
Interpretación:

En el gráfico N° 12, se obtiene los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes conforman el 100% de la muestra en estudio, de los cuales el 80,00% considera que la geología si tiene gran importancia en la cimentación de puentes, un 20,00% afirma que solo a veces y el 5,00% afirmo que la geología no tiene gran importancia en la cimentación de puentes.

Tabla N° 13: ¿Cree usted que la construcción de carreteras guarda estrecha relación con la geología?

CATEGORÍA	CATEGORÍA	h(i)%	ACUMULADO
SI	31	77.50%	77.50%
A VECES	5	12.50%	90.00%
NO	4	10.00%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 13

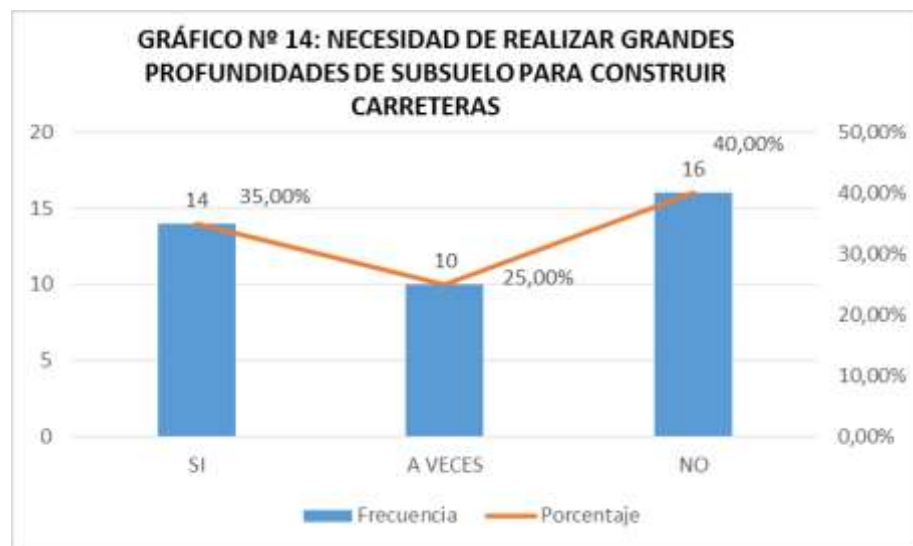
Interpretación:

En el gráfico N° 13, se obtiene los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes constituyen el 100% de la muestra en estudio, de los cuales un 77,50% cree que la construcción de carreteras si guarda estrecha relación con la geología, el 12,50% considero que solo a veces y el 10.00% cree que la construcción de carreteras no guarda estrecha relación con la geología.

Tabla N° 14: ¿En la ciudad de Ica observa la necesidad de realizar grandes profundidades de subsuelo para construir carreteras?

CATEGORÍA	CATEGORÍA	h(i)%	ACUMULADO
SI	14	35.00%	35.00%
A VECES	10	25.00%	60.00%
NO	16	40.00%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 14

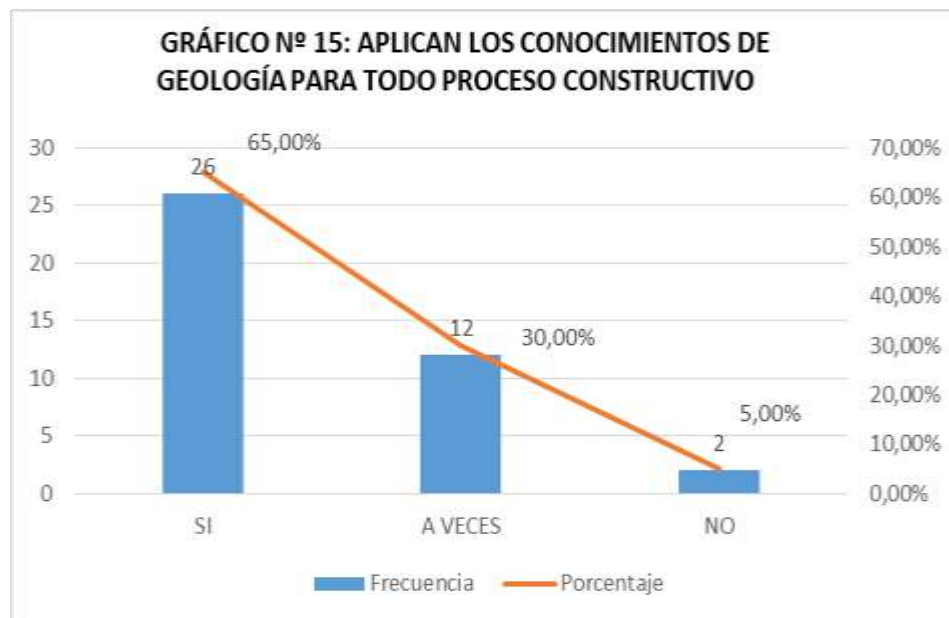
Interpretación:

En la el grafico N° 14, se obtiene los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes constituyen el 100% de la muestra en estudio, de los cuales un 40,00% sostuvo que en la ciudad de Ica no se observa la necesidad de realizar grandes profundidades de subsuelo para construir carreteras, el 35,00% considero que solo a veces y el 25.00% afirmo que en la ciudad de Ica a si se observa la necesidad de realizar grandes profundidades de subsuelo para construir carreteras. De los datos obtenidos podemos deducir que es necesario tener en cuenta la profundidad de los suelos por que las características es de ser arenoso, por ello la necesidad de aplicar este criterio.

Tabla N° 15: ¿Se aplica los conocimientos de geología para todo proceso constructivo?

CATEGORÍA	CATEGORÍA	h(i)%	ACUMULADO
SI	26	65.00%	65.00%
A VECES	12	30.00%	95.00%
NO	2	5.00%	100.00%
TOTAL	40	100.00%	

Fuente: Encuesta aplicada a 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica.



Fuente: Tabla N° 15

Interpretación:

En el gráfico N° 15, se obtiene los resultados de 40 docentes de la universidad San Luis Gonzaga de Ica quienes constituyen el 100% de la muestra en estudio, de los cuales un 65,00% opina que si se aplica los conocimientos de geología para todo proceso constructivo, el 30,00% considero que solo a veces y el 5.00% considero que no se aplica los conocimientos de geología para todo proceso constructivo.

3.1.1 Prueba de hipótesis

Planteamos las siguientes hipótesis estadísticas:

H_0 : Los problemas geotécnicos no podrían influir significativamente sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

H_G : Los problemas geotécnicos podrían influir significativamente sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

TABLA DE CONTINGENCIA N° 01: HIPÓTESIS GENERAL

PROBLEMAS GEOTECTÓNIC OS	OBRAS VIALES			Total
	Siempre	A veces	Nunca	
SI	11	2	5	18
A VECES	10	6	1	17
NO	1	0	4	5
Total	22	8	10	40

CHI CUADRADO CALCULADO DE LA HIPOTESIS GENERAL

Celda número	f_o	f_e	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
1	11	9,90	1,1	0,1
2	2	3,60	-1,6	0,7
3	5	4,50	0,5	0,1
4	10	9,35	0,7	0,0
5	6	3,40	2,6	2,0
6	1	4,25	-3,3	2,5
7	1	2,75	-1,8	1,1
8	0	1,00	-1,0	1,0
9	4	1,25	2,8	6,1
X²				13,57

$$X^2_c = 13.57 \quad (\text{valor de Chi cuadrado calculado})$$

$$G.L. = (F-1)(C-1) = (3-1)(3-1) = 4$$

$$G.L. = 4$$

Nivel de significación (α) = 0,05

$$X^2_t = 9.49 \quad (\text{valor de Chi cuadrado teórico})$$

$$X^2_c > X^2_t$$

$$13.57 > 9.49$$

Decisión:

Para la validación de la hipótesis se contrastó el valor del Chi cuadrado calculado con el valor de X^2_t (Chi cuadrado teórico), considerando un nivel de significancia de 0,05% y 4 grados de libertad se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis planteada (H_G), por lo que se determina que: ***Los problemas geotécnicos influyen significativamente sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.***

Primera hipótesis específica:

H₀: No existe influencia directa del terreno como cimiento para reducir la deformabilidad y aumentar la resistencia sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

H₁: Existe influencia directa del terreno como cimiento para reducir la deformabilidad y aumentar la resistencia sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

TABLA DE CONTINGENCIA N^a 02: HIPÓTESIS ESPECÍFICA 01

TERRENO COMO CIMIENTO	OBRAS VIALES			Total
	Siempre	A veces	Nunca	
SI	16	6	2	24
A VECES	5	2	1	8
NO	1	2	5	8
Total	22	10	8	40

CHI CUADRADO CALCULADO DE LA HIPOTESIS ESPECÍFICA 01

Celda número	f _o	f _e	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
1	16	13,20	2,8	0,6
2	6	6,00	0,0	0,0
3	2	4,80	-2,8	1,6
4	5	4,40	0,6	0,1
5	2	2,00	0,0	0,0
6	1	1,60	-0,6	0,2
7	1	4,40	-3,4	2,6
8	2	2,00	0,0	0,0
9	5	1,60	3,4	7,2
X²				12,39

$$X^2_c = 12.39 \quad (\text{valor de Chi cuadrado calculado})$$

$$G.L. = (F-1)(C-1) = (3-1)(3-1) = 4$$

$$G.L. = 4$$

Nivel de significación (α) = 0,05

$$X^2_t = 9.49 \quad (\text{valor de Chi cuadrado teórico})$$

$$X^2_c > X^2_t$$

$$12.39 > 9.49$$

Decisión:

Para la validación de la hipótesis se contrastó el valor del Chi cuadrado calculado con el valor de X^2_t (Chi cuadrado teórico), considerando un nivel de significancia de 0,05% y 4 grados de libertad se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis planteada (H_G), por lo que se determina que: ***Existe influencia directa del terreno como cimiento para reducir la deformabilidad y aumentar la resistencia sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.***

Segunda hipótesis específica:

H₀: No existe influencia directa del terreno como productor sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016. Permitiendo una correcta contención del terreno.

H₂: Existe influencia directa del terreno como productor sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016. Permitiendo una correcta contención del terreno.

TABLA DE CONTINGENCIA N^o 03: HIPÓTESIS ESPECÍFICA 02

TERRENO COMO PRODUCTOR	OBRAS VIALES			Total
	Siempre	A veces	Nunca	
SI	8	14	3	25
A VECES	10	2	2	14
NO	0	0	1	1
Total	18	16	6	40

CHI CUADRADO CALCULADO DE LA HIPOTESIS ESPECÍFICA 02

Celda número	f _o	f _e	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
1	8	11,25	-3,3	0,9
2	14	10,00	4,0	1,6
3	3	3,75	-0,8	0,2
4	10	6,30	3,7	2,2
5	2	5,60	-3,6	2,3
6	2	2,10	-0,1	0,0

7	0	0,45	-0,5	0,5
8	0	0,40	-0,4	0,4
9	1	0,15	0,9	4,8
χ^2				12,85

$\chi^2_c = 12.85$ (valor de Chi cuadrado calculado)

G.L= (F-1) (C-1) = (3-1) (3-1) =4

G.L. = 4

Nivel de significación (α) = 0,05

$\chi^2_t = 9.49$ (valor de Chi cuadrado teórico)

$\chi^2_c > \chi^2_t$

12.85 > 9.49

Decisión:

Para la validación de la hipótesis se contrastó el valor del Chi cuadrado calculado con el valor de χ^2_t (Chi cuadrado teórico), considerando un nivel de significancia de 0,05% y 4 grados de libertad se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis planteada (H_G), por lo que se determina que: ***Existe influencia directa del terreno como productor sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016. Permitiendo una correcta contención del terreno***

Tercera hipótesis específica:

H₀: Existe influencia directa del terreno como propia estructura mejorando la estabilidad de las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

H₃: Existe influencia directa del terreno como propia estructura mejorando la estabilidad de las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

TABLA DE CONTINGENCIA N^o 04: HIPÓTESIS ESPECÍFICA 03

TERRENO COMO PROPIA ESTRUCTURA	OBRAS VIALES			Total
	Siempre	A veces	Nunca	
SI	13	8	5	26
A VECES	4	9	0	13
NO	0	0	1	1
Total	17	17	6	40

CHI CUADRADO CALCULADO DE LA HIPOTESIS ESPECÍFICA 03

Celda número	f _o	f _e	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
1	13	11,05	2,0	0,3
2	8	11,05	-3,1	0,8
3	5	3,90	1,1	0,3
4	4	5,53	-1,5	0,4
5	9	5,53	3,5	2,2
6	0	1,95	-2,0	2,0
7	0	0,43	-0,4	0,4

8	0	0,43	-0,4	0,4
9	1	0,15	0,9	4,8
χ^2				11,72

$\chi^2_c = 11.72$ (valor de Chi cuadrado calculado)

G.L = (F-1) (C-1) = (3-1) (3-1) = 4

G.L. = 4

Nivel de significación (α) = 0,05

$\chi^2_t = 9.49$ (valor de Chi cuadrado teórico)

$\chi^2_c > \chi^2_t$

11.72 > 9.49

Decisión:

Para la validación de la hipótesis se contrastó el valor del Chi cuadrado calculado con el valor de χ^2_t (Chi cuadrado teórico), considerando un nivel de significancia de 0,05% y 4 grados de libertad se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis planteada (H_G), por lo que se determina que: ***Existe influencia directa del terreno como propia estructura mejorando la estabilidad de las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.***

Cuarta hipótesis específica:

H₀: No existe influencia directa del terreno como material en la correcta selección del método de colocación sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

H₄: Existe influencia directa del terreno como material en la correcta selección del método de colocación sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

TABLA DE CONTINGENCIA N^o 05: HIPÓTESIS ESPECÍFICA 04

TERRENO COMO MATERIAL	OBRAS VIALES			Total
	Siempre	A veces	Nunca	
SI	8	2	5	15
A VECES	2	6	2	10
NO	3	2	10	15
Total	13	10	17	40

CHI CUADRADO CALCULADO DE LA HIPOTESIS ESPECÍFICA 04

Celda número	f _o	f _e	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
1	8	4,88	3,1	2,0
2	2	3,75	-1,8	0,8
3	5	6,38	-1,4	0,3
4	2	3,25	-1,3	0,5
5	6	2,50	3,5	4,9
6	2	4,25	-2,3	1,2
7	3	4,88	-1,9	0,7

8	2	3,75	-1,8	0,8
9	10	6,38	3,6	2,1
χ^2				13,29

$$\chi^2_c = 13.29 \quad (\text{valor de Chi cuadrado calculado})$$

$$G.L = (F-1) (C-1) = (3-1) (3-1) = 4$$

$$G.L. = 4$$

$$\text{Nivel de significación } (\alpha) = 0,05$$

$$\chi^2_t = 9.49 \quad (\text{valor de Chi cuadrado teórico})$$

$$\chi^2_c > \chi^2_t$$

$$13.29 > 9.49$$

Decisión:

Para la validación de la hipótesis se contrastó el valor del Chi cuadrado calculado con el valor de χ^2_t (Chi cuadrado teórico), considerando un nivel de significancia de 0,05% y 4 grados de libertad se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis planteada (H_G), por lo que se determina que: ***Existe influencia directa del terreno como material en la correcta selección del método de colocación sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.***

3.1.2 Discusión de resultados

Los resultados de esta investigación comprueban las hipótesis propuestas, se afirma que los problemas geotécnicos influyen significativamente sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.

Así como también se aprueba la primera hipótesis, existe influencia directa del terreno como cimiento para reducir la deformabilidad y aumentar la resistencia sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016. Consideramos lo sostenido por Gonzales (2008), quien analizó la influencia de la permeabilidad en las excavaciones para cimentaciones de tipo superficial y proponer soluciones constructivas que cumplan con mayor eficiencia y a un costo accesible, dando como alternativa de solución la construcción de muros de contención para reducir y controlar este problema.

En relación a la segunda hipótesis se afirma que existe influencia directa del terreno como productor sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016. Permitiendo una correcta contención del terreno. Coincidiendo con Hernández (2010) el cual determinó la permeabilidad intrínseca del suelo a partir de la conductividad hidráulica o permeabilidad de Darcy, que pretende, si el coeficiente de permeabilidad de Darcy se compone de dos productos, uno dependiente de las propiedades del fluido y el otro dependiente del medio poroso, es importante tratar de particularizar para este parámetro cuya nominación es permeabilidad intrínseca, la posible relación con la estructura del suelo a través de las características índice oquedad y porosidad.

De la misma manera se aprueba la tercera hipótesis, existe influencia directa del terreno como propia estructura mejorando la estabilidad de las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016, confirmando lo sostenido por Jiménez (2005), quien pretende que los estudiantes de Ingeniería Civil puedan realizar el análisis de las principales fuerzas que actúan sobre una estructura de

contención desplazada sobre un suelo de tipo friccionante y determinar la estabilidad o seguridad de esta.

Finalmente se afirma la cuarta hipótesis que existe influencia directa del terreno como material en la correcta selección del método de colocación sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016. Afirmando lo investigado por Cayetano (2010); donde observó la desviación de la humedad con el tiempo de secado y sus efectos en el comportamiento mecánico del suelo, para así, poder establecer una curva de calibración para esos tipo de suelos que puedan utilizarse ante la energía entregada al suelo mediante el secado, según la norma ASTM D -2486 y determinar el tiempo de operación en parrilla electrónica equivalente al tiempo señalado por la norma, lográndose con ello la correcta transferencia de un procedimiento a otro.

3.2 CONCLUSIONES

En las construcciones de obras viales no se ha tenido en cuenta los problemas geotécnicos que suelen presentarse en los suelos de la ciudad de Ica, situación por la que los especialistas en el tema concluyen que las autoridades no toman en cuenta estas consecuencias al momento de realizar un proyecto de obra; solo se realiza el estudio en el ámbito civil mas no en el geotectónico. Situación por la que se deduce que no existe un proceso de interacción entre el diseñador de la vía y geólogos e ingenieros geotecnistas, de tal modo que una vez se consideren las recomendaciones geotécnicas, se replanteen los problemas identificados y se busquen conjuntamente nuevas soluciones, para obtener así un diseño integral.

Ica, carece de suficientes ingenieros especializados en diseño, construcción, rehabilitación y mantenimiento de proyectos viales, sobre todo de ingenieros geotécnicos viales. Eso se refleja muchas veces en la ineficacia de las obras geotécnicas y un bajo nivel de servicio de la infraestructura vial local.

Es necesario considerar las formas en apoyo para el cimiento de una edificación y que la transmisión de cargas este equilibrada de acuerdo a la forma del terreno, teniendo en cuenta que en Ica los terrenos se deforman con facilidad por sus propias características del suelo y por factores externos como los sismos.

Se ha visto que el crecimiento y expansión urbana de la ciudad de Ica se viene realizando en forma desordenada, manifestándose en dos tipos: el desarrollo vertical que se ha dado en el cercado de la ciudad y que ha contribuido además a la tugurización, y el desarrollo horizontal que se viene dando en la periferia de la misma sin control alguno; por otro lado la ciudad no cuenta con los lineamientos necesarios para poder protegerse de los embates naturales.

3.3 RECOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades de la ciudad de Ica, que antes de realizar cualquier construcción de una obra vial se debe hacer un estudio de mecánica de suelos para analizar la factibilidad de construcción de la obra que se pretende construir. Un estudio de mecánica de suelos previene pérdidas materiales y en ocasiones pérdidas humanas.

Al municipio de Ica se recomienda que realiza acciones de supervisión a todas las obras para que cumplan con las normas establecidas.

Para el diseño y construcción de caminos y carreteras se debe tener en cuenta no solo en aspectos geométricos y de trazado topográfico, sino ser complementado con aportes de la geotecnia que permitan, desde las etapas iniciales del proyecto, identificar las amenazas geológicas y climáticas que afectan el corredor y presentar soluciones a los posibles problemas.

Es por esto que se debe motivar a los profesionales a especializarse en áreas relacionadas al desarrollo de la infraestructura vial, la geotecnia vial no debe ser la excepción.

En general, los suelos de la ciudad de Ica son suelos blandos y sueltos por lo que les corresponde periodos de vibración largos, en tal sentido se recomienda que las construcciones viales cuenten en lo posible con igual densidad de materiales en ambas direcciones y en estructuras de concreto armado estas deberán tener periodos de vibración cortos.

3.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

Alva Hurtado J.E., Meneses J. y Guzmán V. (1984), "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.

González Rodríguez (2008), Influencia de la permeabilidad en las excavaciones para cimentaciones de tipo superficial.

Reyes Márquez (2010), Determinación de esfuerzos por expansión de suelos de estructura fina. Boca del Rio.

Jiménez Coria (2005), Técnicas de exploración geotécnica preliminar superficial mediante pala posteadora para suelos.

Baxin Tépach (2010), Muros de contención desplazados sobre suelos granulares. Boca del Rio Ver.

Cayetano Chiguil (2010), Relaciones gravimétricas y volumétricas durante el proceso de secado en un suelo de estructura fina.

Hernández Cruz (2010), Determinación de la permeabilidad intrínseca del suelo a partir de la conductividad hidráulica o permeabilidad de Darcy.

Gómez Rodríguez (2010), Análisis de estabilidad de taludes.
edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Clase%203%20MOS.ppt
(descomposición orgánica) <http://es.wikipedia.org/wiki/Subsidencia>
<http://www.galeon.com/geomecanica/cap4.pdf>
[http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAN4665_1.p
df](http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAN4665_1.pdf)

Fernández Hernández http://www.solucionpolitica.com/atienden-sas-y-ayuntamiento-hundimiento-de-calle/http://www.proz.com/kudoz/english_to_spanish/geography/2290828-slope_failure.html
http://es.wikipedia.org/wiki/Consolidaci%C3%B3n_de_suelos

Vargas, W. (2010). Notas del curso Geotecnia Vial 1. Capacitación interna LanammeUCR. San José, Costa Rica: LanammeUCR.

Vesic A. (1973), “Análisis de la Capacidad de Carga de Cimentaciones Superficiales”, JSMFD, ASCE, Vol. 99.

ANEXOS

**Anexo N° 01: Matriz de consistencia.
Anexo 02: Instrumentos**

Anexo N° 01: Matriz de consistencia.

INFLUENCIA DE LOS PROBLEMAS GEOTECTÓNICOS SOBRE LAS OBRAS VIALES EN LA CIUDAD DE ICA DURANTE EL AÑO 2016

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES
<p>Problema General</p> <p>¿En qué medida los problemas geotécnicos influyen sobre las obras viales de Ingeniería civil, ciudad de Ica durante el año 2016?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿En qué medida el terreno como cimientto influye sobre las obras viales, ciudad de Ica durante el año 2016?</p> <p>¿En qué medida el terreno como productor influye sobre las obras viales, ciudad de Ica durante el año 2016?</p> <p>¿En qué medida el terreno como propia estructura influye sobre las obras viales, ciudad de Ica durante el año 2016?</p> <p>¿En qué medida el terreno como material influye sobre las obras</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Investigar si los problemas geotécnicos influyen sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar si el terreno como cimientto influye en la deformabilidad y resistencia sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.</p> <p>Describir la influencia del terreno como productor sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016, para una correcta contención del terreno.</p> <p>Explicar la influencia del terreno como propia estructura que permita estabilidad sobre las obras viales en la ciudad</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Los problemas geotécnicos podrían influir significativamente sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>Existe influencia directa del terreno como cimientto para reducir la deformabilidad y aumentar la resistencia sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.</p> <p>Existe influencia directa del terreno como productor sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016,permitiendo una correcta contención del terreno.</p> <p>Existe influencia del terreno como propia estructura mejorando la estabilidad de las obras viales en</p>	<p>PROBLEMAS GEOTECNICOS</p>	<p>Terreno como cimientto</p> <p>Terreno como productor</p> <p>Terreno como propia estructura</p> <p>Terreno como material</p>

<p>viales, ciudad de Ica durante el año 2016?</p>	<p>de Ica durante el año 2016. Determinar la influencia del terreno como material sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.</p>	<p>la ciudad de Ica durante el año 2016. Existe influencia del terreno como material en la correcta selección del método de colocación sobre las obras viales en la ciudad de Ica durante el año 2016.</p>	<p>OBRAS VIALES</p>	<p>Carreteras Túneles Puentes</p>
---	---	--	---------------------	---

Anexo N° 02: Instrumentos

ENCUESTA SOBRE PROBLEMAS GEOTÉCNICOS Y OBRAS VIALES

Estimado Docente: Agradecemos su gentil participación en la presente investigación, para obtener información sobre los problemas geotécnicos y obras viales. El cuestionario es anónimo, por favor responda con sinceridad. Lea usted con atención y conteste marcando con una "X" en un solo recuadro.

Instrucciones:

En las siguientes proposiciones marque con una "X" en el valor del casillero que según Ud. Corresponde.

Calificación:

No	A veces	Si
1	2	3

N°	Dimensiones e indicadores			
		1	2	3
01	¿Se define las formas de apoyo del cimiento antes de iniciar una obra vial?			
02	¿Se realiza la trasmisión de cargas estructurales para la construcción de una obra vial en la ciudad de Ica?			
03	¿Ha observado que la deformación de los terrenos se produce por fallas geotécnicas?			
04	¿Existe resistencia en los terrenos de la ciudad de Ica para desarrollar proyectos viales?			
05	¿Existe la necesidad de aplicar muros de contención como prevención a los deslizamientos?			
06	¿Se aplican modelos matemáticos para calcular las magnitudes que ejercen los terrenos de la ciudad e Ica?			
07	¿Observa usted que en muchas ocasiones se deja el terreno en talud?			

08	¿Es necesario realizar inclinaciones para garantizar la estabilidad de las obras viales?			
09	¿Se realiza un estudio de las propiedades de los terrenos para determinar su compactación?			
10	¿Observa usted deformaciones permanentes que deterioran las características geométricas de las obras viales?			
11	¿La cimentación de puentes en la ciudad de Ica ha sido construida en base a un reconocimiento geotécnico del terreno y con la intervención de ingenieros estructurales?			
12	¿Considera que la geología tiene gran importancia en la cimentación de puentes?			
13	¿Cree usted que la construcción de carreteras guarda estrecha relación con la geología?			
14	¿En la ciudad de Ica observa la necesidad de realizar grandes profundidades de subsuelo para construir obras viales?			
15	¿Se aplica los conocimientos de geología para todo proceso constructivo?			

Gracias por su colaboración