

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ANÁLISIS DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES EN JUNTAS DE  
ESTRUCTURAS TÍPICAS DE MACIZOS ROCOSOS”**

**Tesis presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil:**

**Mariscal Agustín Gamarra Orihuela**

**Para optar al título profesional de Ingeniero Civil**

**CUSCO – PERU – 2014**

## RESUMEN

Toda obra tangible realizada por el hombre siempre está apoyada sobre una superficie, en ingeniería civil denominamos a dicha superficie como nivel de fundación y dependiendo a la estructura que servirá de apoyo tomara otras denominaciones, esta superficie deberá cumplir con los requisitos necesarios puesto que sobre esta descansarán las diferentes obras de ingeniería, y de esta dependerá la estabilidad de dicha estructura, claro que la estructura también tendrá que adecuarse a las características de la superficie de fundación.

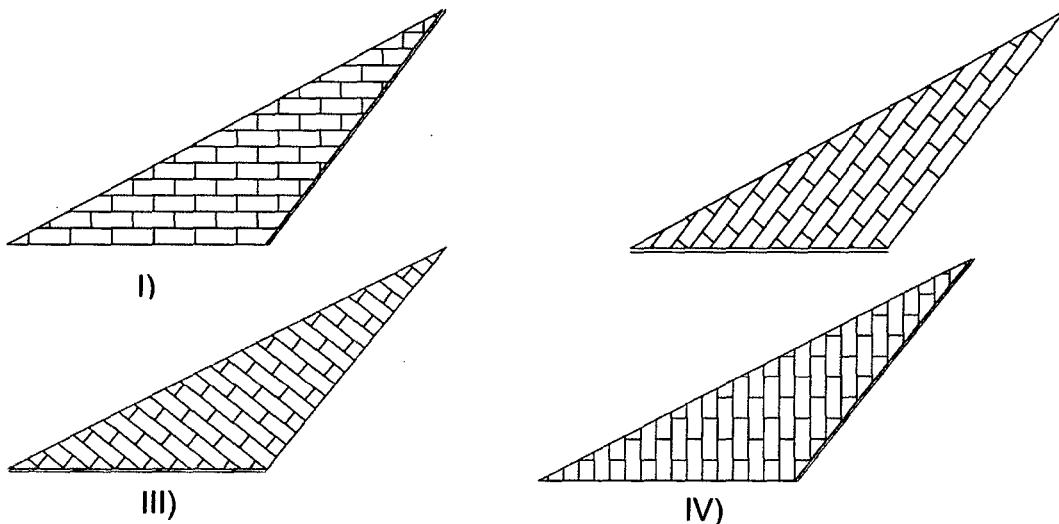
De lo expuesto en la naturaleza se encuentra lo que son los suelos y las rocas, que son estudiados por la mecánica de suelos y mecánica de rocas respectivamente, fue de interés en el trabajo de investigación realizado las rocas, pues en la naturaleza podemos encontrar cuatro tipos de estructuras de macizos rocosos que fueron materia de investigación para nuestro caso, -claro que existen otras tipificaciones- en función de la orientación de su azimut, los cuales son:

Estratificación TIPO I: Estratificación con echado reducido hacia el talud.

Estratificación TIPO II: Estratificación con echado elevado hacia el talud.

Estratificación TIPO III: Estratificación con echado reducido hacia dentro del talud.

Estratificación TIPO IV: Estratificación con echado elevado hacia dentro del talud.



El estudio de investigación fue el análisis de esfuerzos y deformaciones en juntas de estructuras típicas de macizos rocosos, pues en la naturaleza se encontraran una de estas orientaciones de estratificaciones, especialmente en rocas ígneas y

sedimentarias, como objetivos del proyecto de investigación son: analizar los esfuerzos y deformaciones en las estratificaciones típicas y como objetivos secundarios se derivan de éste, conocer el comportamiento de los macizos rocosos debido a la acción de fuerzas externas, evaluación de módulos de elasticidad, conocer la resistencia a compresión simple en cada una de las estratificaciones típicas.

Para alcanzar estos objetivos se realizó la investigación de forma experimental a base modelos en yeso y para una comparación posterior en modelos de roca, después de realizar los ensayos respectivos y haber evaluado los resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

De acuerdo a los ensayos realizados en los modelos de las estratificaciones típicas de macizos rocosos, se demuestra que la orientación de las estratificaciones influyen en la relación esfuerzo-deformación, ya que los resultados de los ensayos dan cuenta del mismo en la siguiente tabla.

TIPO DE ESTRATIFICACION ROCOSA	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )			PROMEDIO	DEFORMACION UNITARIA			PROMEDIO
TIPO (I)	16.36	23.29	27.65	22.43	0.0694	0.1027	0.0727	0.0816
TIPO (II)	4.43	4.74	4.02	4.40	0.0129	0.0118	0.0107	0.0118
TIPO (III)	2.94	3.31	2.83	3.03	0.0075	0.0085	0.0085	0.0082
TIPO (IV)	27.37	12.92	19.34	19.88	0.0234	0.0155	0.0261	0.0217

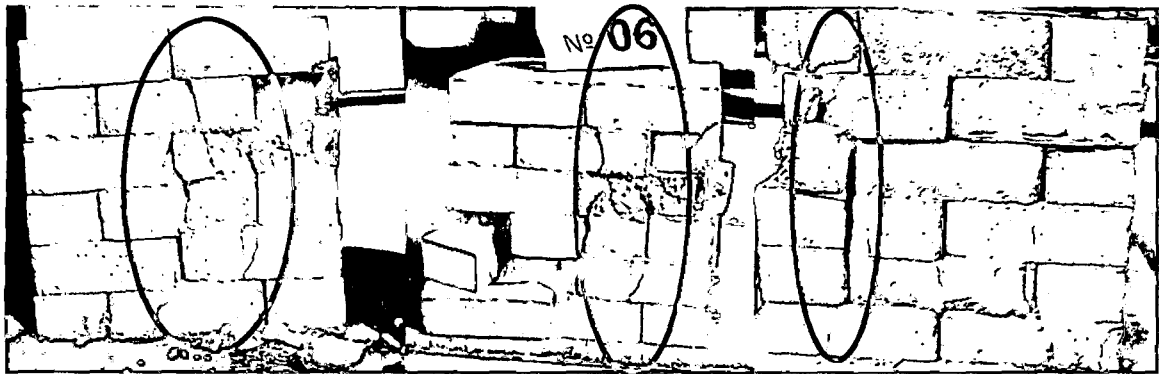
Estratificación TIPO I: Estratificación con echado reducido hacia el talud.

Estratificación TIPO II: Estratificación con echado elevado hacia el talud.

Estratificación TIPO III: Estratificación con echado reducido hacia dentro del talud.

Estratificación TIPO IV: Estratificación con echado elevado hacia dentro del talud.

En cuanto a los objetivos e hipótesis planteados de acuerdo a los ensayos realizados en los modelos de las estratificaciones típicas de macizos rocosos, se concluye que el origen de nuevas discontinuidades sí están predispuestos por las discontinuidades adyacentes.



Se han analizado los resultados de los ensayos en los modelos de las estratificaciones típicas de macizos rocosos y se concluye que en las condiciones ensayadas las estratificaciones tipo (I) y (IV) son los que mayor resistencia tienen a esfuerzos de compresión con respecto a los tipos (II) y (III). Los estratos típicos que mejor estabilidad tienen son el tipo (I) y (III).

TIPO DE ESTRATIFICACION ROCOSA	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )			PROMEDIO	DEFORMACION UNITARIA			PROMEDIO
TIPO (I)	16.36	23.29	27.65	22.43	0.0694	0.1027	0.0727	0.0816
TIPO (II)	4.43	4.74	4.02	4.40	0.0129	0.0118	0.0107	0.0118
TIPO (III)	2.94	3.31	2.83	3.03	0.0075	0.0085	0.0085	0.0082
TIPO (IV)	27.37	12.92	19.34	19.88	0.0234	0.0155	0.0261	0.0217

El comportamiento de los macizos rocosos depende del tipo de estratificación rocosa y de la infraestructura a la que servirá de soporte. En taludes de carreteras, ferrocarriles, canales de transporte de agua, estribos de puente, los tipos (I) y (III); En túneles el tipo (I), y dependiendo de la escala de la estratificación el tipo (IV).

En cuanto a la evaluación de los módulos de elasticidad en los modelos ensayados se tiene lo siguiente:

TIPO DE ESTRATIFICACION ROCOSA	MODULO DE ELASTICIDAD (kg/cm <sup>2</sup> )			PROMEDIO
TIPO (I)	263.11	297.18	347.60	302.63
TIPO (II)	574.89	602.35	627.44	601.56
TIPO (III)	471.62	473.51	383.93	443.02
TIPO (IV)	1475.53	779.50	1002.83	1085.95

De la tabla anterior se observa que la orientación de las estratificaciones en rocas influye en su módulo de elasticidad.

Los valores de la resistencia a compresión simple de las estratificaciones típicas son:

TIPO DE ESTRATIFICACION ROCOSA	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )			PROMEDIO
	TIPO (I)	TIPO (II)	TIPO (III)	
TIPO (I)	16.36	23.29	27.65	22.43
TIPO (II)	4.43	4.74	4.02	4.40
TIPO (III)	2.94	3.31	2.83	3.03
TIPO (IV)	27.37	12.92	19.34	19.88

De acuerdo a los ensayos realizados con los diferentes modelos de estructuras típicas de macizos rocosos, con relación a la propiedad mecánica de esfuerzos y estabilidad se concluye que el que mejor comportamiento tiene es la estratificación con echado reducido hacia el talud.

Los esfuerzos con respecto a los ángulos de orientación de las estratificaciones alcanzan valores máximos en los ángulos de 0° y 90°, por lo tanto, en efecto la hipótesis planteada es cierta, puesto que entre los ángulos de 0° y 90° de las estratificaciones, los esfuerzos son menores e incluso mínimos.

Las estratificación tipo (III) es la más recomendable para apoyos de zapatas, estribos de puente y taludes de carreteras.

En cuanto a estructuras de túneles, la estratificación tipo (I) es la que mejor estabilidad presenta, en cambio las estratificaciones tipo (II), (III) y (IV) presentan inestabilidad en el techo y laterales.

En cuanto al tipo de túnel, el de sección circular es el que mejor comportamiento presenta a comparación de la sección tipo arco.

Finalmente, las personas quienes que tengan la oportunidad de revisar este trabajo, procuren seguir haciendo investigaciones , puesto que ello impulsará el desarrollo de nuestra Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y consecuentemente a nuestra Facultad de Ingeniería Civil.

Cusco, enero 2014.