



El objetivo de esta **Guía Terminológica de la Geocriología Sudamericana** ilustrada, es asistir a los especialistas, profesionales y aficionados en la materia, para el mejor entendimiento de las crioformas y procesos criogénicos encontrados en el fascinante mundo periglacial de la Cordillera de los Andes. Esta guía bilingüe presenta definiciones claves, tanto en castellano como en inglés, que fueron formuladas, y son actualmente usadas, por las comunidades científicas internacionales en los ámbitos de la Geocriología y la Glaciología. La guía incluye también particularidades de la Cordillera de los Andes y ayuda a apreciar las características, a veces complejas, de los procesos y geoformas criogénicas andinas.

The goal of this illustrated **Terminological Guide of the South American Geocryology** is to assist in better understanding the fascination and often foreign cryoforms found in the South American Andes. This bilingual guide presents key definitions in Spanish and English that were coined and are used by the international glacial and periglacial research community, lists Andean individualities and assists in appreciating the sometimes complex characteristics of these landforms and geomorphic processes.

Guía Terminológica de la Geocriología Sudamericana

Terminological Guide of the South American Geocryology

Dario Trombotto Liaudat
Pablo Wainstein
Lukas U. Arenson

**Guía Terminológica
de la Geocriología
Sudamericana**

**Terminological Guide
of the South American
Geocryology**

Guía Terminológica de la Geocriología Sudamericana

Terminological Guide of the South American Geocryology

Dario Trombotto Liaudat

Pablo Wainstein

Lukas U. Arenson

VAZQUEZ MAZZINI  EDITORES

F H N
FUNDACIÓN
DE HISTORIA NATURAL
FÉLIX DE AZARA

Diseño y realización

VAZQUEZ MAZZINI  EDITORES
www.vmeditores.com.ar

Impreso en la Argentina

Se terminó de imprimir en el mes de julio de 2014, en la ciudad de Buenos Aires.

Trombotto, Dario Tomás Antonio

Guía Terminológica de la Geocriología Sudamericana" / "Terminological = Guide of the South American Geocryology. - 1a ed. - Luján de Cuyo : el autor, 2014.

128 p. : il. ; 24x17 cm.

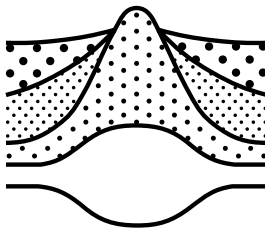
ISBN 978-987-33-5235-5

1. Geocriología . 2. Ambiente Periglacial . 3. Permafrost. I. Título
CDD 910

Con el apoyo de:



SUBCOMITÉ DE CIENCIAS
DE LA CRIÓSFERA



GEOCRIOLOGÍA
IANIGLA CCT CONICET

Introducción

El presente glosario de terminología de permafrost fue preparado con el objeto de proveer, a la comunidad sudamericana, de una descripción de términos periglaciales y glaciarios. El glosario está basado en el *Glossary of Permafrost and Related Ground Ice Terms* (Glosario de Permafrost) presentado por van Everdingen (2005), *Glossary of Glacier Mass Balance and Related Terms* (Glosario de Glaciares) por Cogley et al. (2011), y el *Illustrated Glossary of Snow and Ice* por Armstrong et al. (1973), pero este glosario, así mismo, incorpora vocablos propios y definiciones regionales relacionadas particularmente con el permafrost andino. Las descripciones en inglés han sido copiadas de los glosarios mencionados, pero se han agregado otros términos que reflejen de mejor manera las peculiaridades andinas sudamericanas. La terminología en español también se obtuvo del Glosario de Permafrost (van Everdingen, 2005), pero sus descripciones y explicaciones han sido compiladas y escritas por los autores. Algunos de los términos castellanos se han adaptado para reflejar el uso actual de América del Sud. Las definiciones escogidas por los autores no han sido influenciadas por las definiciones que aparecen en la Ley de Glaciares Argentina o de la Provincia de San Juan. Algunas de las definiciones de este glosario han sido adoptadas del documento titulado "*Inventario Nacional de Glaciares y Ambiente Periglacial: Fundamentos y Cronograma de Ejecución*" escrito por IANIGLA y CONICET en el mes de diciembre de 2010.

Introduction

This glossary of permafrost related terminology was prepared to provide a description of periglacial and glacial terms to the South American Community. It mainly builds on the *Glossary of Permafrost and Related Ground Ice Terms* (the Permafrost Glossary) presented by van Everdingen (2005), *Glossary of Glacier Mass Balance and Related Terms* by Cogley et al. (2011), and the *Illustrated Glossary of Snow and Ice* by Armstrong et al. (1973). The English descriptions have been copied from this glossary with some additions to better reflect South American, in particular Andean, peculiarities. The Spanish terms have also been copied from the Permafrost Glossary, but all Spanish explanations have been compiled and written by the authors. Some Spanish terms have been adapted to reflect current usage in South America. The definitions chosen by the authors are not influenced by any definitions listed in the Argentine Glacier Law or the glacial law of The San Juan Province. Some of the definitions marked in this glossary have been adopted from IANIGLA and CONICET's *Inventario Nacional de Glaciares y Ambiente Periglacial: Fundamentos y Cronograma de Ejecucion*, December 2010.

Índice de términos en español

Término Español	Término Inglés	Página
Acción del Congelamiento	Frost Action	21
Acuiclusa Criogénica	Cryogenic Aquiclude	21
Agradación	Aggradation	22
Agradación del Permafrost	Permafrost Aggradation	22
Agua de Intrapermafrost	Intra-Permafrost Water	22
Agua de Subpermafrost	Subpermafrost Water	22
Agua de Suprapermafrost	Suprapermafrost Water	23
Agua Gravitacional	Free Water	23
Alas/Alass	Alas/Alass	24
Ambiente Glaciario	Glacial Environment	24
Ambiente Paraglacial	Paraglacial Environment	24
Ambiente Paraperiglacial – Definición Andina	Paraperiglacial Environment – Andean Definition	25
Ambiente Periglacial – Definición Andina	Periglacial Environment - Andean Definition	25
Ambiente Periglacial – Definición del Hemisferio Norte	Periglacial Environment - Northern Hemisphere Definition	26
Ambiente Proglacial	Proglacial Environment	27
Base del Permafrost	Permafrost Base	27
Calor Latente	Latent Heat	27
Capa Activa	Active Layer	27
Capa Activa Reléctica	Relict Active Layer	28
Capa de Concentración de Limos	Silt Cappings	28
Capa de Transición	Transient Layer	28
Capacidad Calórica	Heat Capacity	29
Capacidad de Calor Aparente	Apparent Heat Capacity	29
Capacidad de Calor Específico	Specific Heat Capacity	30
Ciclo de Congelamiento y Descongelamiento	Freeze-Thaw Cycle	30
Círculos de Piedra	Stone ring	30
Cobertura Nival	Snow Cover	30
Coefficiente de Consolidación por Fusión	Thaw Consolidation Ratio	31
Conductividad Hidráulica	Hydraulic Conductivity	31

Índice de términos en español

Término Español	Término Inglés	Página
Congelamiento	Freezing (of Ground)	31
Congelamiento Estacional	Seasonal Frost	31
Consolidación por Fusión	Thaw Consolidation	32
Contenido de Hielo	Ice Content	32
Contenido Gravimétrico de Agua	Gravimetric (total) Water Content	33
Crioestructura	Cryostructure	33
Criofrente	Cryofront	34
Criogénesis	Cryogenesis	34
Criómero	Cryomero	35
Criometeorización	Frost Weathering	36
Criopedimento	Cryopediment	36
Criopeg (sin plural)	Cryopeg	36
Criósfera	Cryosphere	37
Criosucción	Cryosuction	37
Crioturbación	Cryoturbation	38
Cuña de Hielo Activa	Active Ice Wedge	38
Cuñas de Hielo	Ice Wedge	39
Cuñas de Hielo Fósil (Molde de Cuña de Hielo; Pseudomorfo de Cuña de Hielo)	Fossil Ice Wedges	40
Debilitamiento por Descongelamiento	Thaw Weakening	40
Deformabilidad	Deformability	40
Degradación del Permafrost	Permafrost Degradation	41
Densidad del Suelo Congelado	Density of Frozen Ground	41
Descongelamiento del Suelo	Thawing (of Frozen Ground)	41
Discordancia de Descongelamiento	Thaw Unconformity	41
Domo de Congelamiento	Frost Mound	42
Eisrinde	Eisrinde	42
Englazamiento	Glaciated	42
Espesor de Capa Activa	Active Layer Thickness	43
Espesor del Permafrost	Permafrost Thickness	43
Fábrica Bandeada e Isobandeada	Banded Fabric	43
Fábrica Criogénica Conglomerádica	Conglomeratic Cryogenic Fabric	44

Índice de términos en español

Término Español	Término Inglés	Página
Fábrica Criogénica Fragmoidica	Fragmoidic Fabric	44
Factor n	N-Factor	44
Flujo de Detritos / Colada de barro	Debris Flow	45
Flujo o Calor Geotérmico	Geothermal Heat Flux	46
Formas de Soliflucción	Solifluction Features	46
Franja de Congelamiento	Frozen Fringe	47
Frente de Congelamiento	Freezing Front	47
Fusión de la Nieve	Snowmelt	48
Gaps	Gaps	48
Geliflucción	Gelifluction	48
Gelifracción / Gelivación	Frost Shattering	48
Gelireptación	Frost Creep	49
Geocriología	Geocryology	49
Glaciar	Glacier	49
Glaciar de Escombros	Rock Glacier	51
Glaciar de Escombros Activo	Active Rock Glacier	52
Glaciar de Escombros Inactivo	Inactive Rock Glacier	52
Glaciar de Escombros Relíctico o Fósil	Relict Rock Glacier (sometimes Fossil Rock Glacier)	53
Gradiente Geotérmico	Geothermal Gradient	53
Grado-Día (Centígrado o Fahrenheit)	Degree-Day (Centigrade or Fahrenheit)	53
Grèzes Litées	Stratified Slope Waste Deposits	54
Hielo	Ice	54
Hielo Agradacional	Aggradational Ice	55
Hielo Cemento o Hielo Matriz	Ice Matrix	55
Hielo de Segregación, Segregacional o de Taber	Segregated Ice	55
Hielo de Suelo o Subterráneo	Ground Ice	55
Hielo en Exceso	Excess ice	56
Hielo Enterrado	Buried Ice	56
Hielo Intersticial	Pore Ice	57
Hielo Intrusivo	Intrusive Ice	57

Índice de términos en español

Término Español	Término Inglés	Página
Hielo Macizo	Massive Ice	57
Hielo Muerto	Dead Ice	57
Hielo Relíctico	Relict Ice	58
Horizonte Cero	Zero Curtain	58
Icing	Icing	59
Índice de Congelamiento	Freezing Index	59
Índice de Congelamiento del Aire	Air Freezing Index	61
Índice de Descongelamiento	Thawing Index	61
Índice de Descongelamiento del Aire	Air Thawing Index	63
Laderas Convexo-Cóncavo Cubiertas de Detrito	Convex-Concave Debris-Mantled Slope	63
Laderas Recto-Lineares Cubiertas de Detrito Pendientes Planas o Lisas	Rectilinear Debris-Mantled Slope	63
Levantamiento por Congelamiento	Frost Heave	64
Límite Altitudinal Inferior del Permafrost	Altitudinal Limit of Permafrost	65
Límite del Permafrost	Permafrost Boundary	65
Loess	Loess	65
Mantos de Hielo	Ice Sheet	66
Microtextura de Cuarzo del Ambiente Periglacial	Quartz microtexture of the periglacial environment	66
Morena	Moraine	67
Movimiento en Masa	Mass Wasting	67
Nieve	Snow	68
Nivación	Nivation	68
Nubbins	Nubbins	68
Paleopermafrost	Paleopermafrost	69
Pendiente Sedimentaria o Detrítica Criogénica	Frozen Talus Slopes	69
Penetración de Congelamiento	Frost Penetration	70
Periglacial, Definición General	Periglacial, General Definition	70
Permafrost	Permafrost	70
Permafrost Cementado por Hielo	Ice Bonded Permafrost	72
Permafrost con Hielo	Ice Bearing Permafrost	72

Índice de términos en español

Término Español	Término Inglés	Página
Permafrost, Continuo Definición General	Continuous Permafrost, General Definition	72
Permafrost de Montaña	Mountain Permafrost	73
Permafrost Discontinuo	Discontinuous Permafrost	73
Permafrost en Desequilibrio o Degradado	Disequilibrium Permafrost or Degrading Permafrost	74
Permafrost en Equilibrio	Equilibrium Permafrost	74
Permafrost Esporádico	Sporadic Discontinuous Permafrost	74
Permafrost Insular	Isolated Patches of Permafrost	74
Permafrost Relíctico	Relict Permafrost	75
Permafrost Rico en Hielo	Ice-Rich Permafrost	75
Permafrost Seco	Dry Permafrost	75
Pingo	Pingo	75
Pipkrake, Hielo Acicular	Needle Ice	76
Polígono de Cuñas de Hielo	Ice Wedge Polygon	76
Polígono o Suelos Poligonales	Polygon o Polygonal Ground	76
Presión de Congelamiento	Freezing Pressure	77
Procesos Periglaciales	Periglacial Processes	77
Profundidad de Descongelamiento	Depth of Thaw (Thaw Depth)	77
Profundidad de la Amplitud Anual Cero	Depth of Zero Annual Amplitude	78
Profundidad de Penetración del Congelamiento Estacional	Depth of Seasonal Frost Penetration	78
Propiedades Eléctricas del Suelo Congelado	Electrical Properties of Frozen Ground	79
Propiedades Térmicas del Suelo Congelado	Thermal Properties of Frozen Ground	79
Protales Rampart	Protales Rampart	80
Punto de Congelamiento	Freezing Point	81
Recongelamiento	Freezeback	81
Regelación	Regelation	81
Reptación de Suelo Congelado	Creep of Frozen Ground	82
Ruptura o falla de Capa Activa (Deslizamiento de Capa por Desprendimiento)	Active Layer Failure (also Active Layer Detachment Slide)	82

Índice de términos en español

Término Español	Término Inglés	Página
Ruptura por Despegue	Detachment Failure	82
Segregación de Hielo	Ice Segregation	83
Selección por Congelamiento	Frost Sorting	83
Selección Vertical	Vertical selection	83
Soliflucción	Solifluction	84
Suelo Congelado	Frozen Ground	84
Suelo Criótico	Cryotic Ground	85
Suelo Estructurado	Patterned Ground	86
Suelo no Congelado	Unfrozen Ground	86
Taffoni	Tafoni	86
Talik	Talik	87
Temperatura Media Anual de Superficie	Mean Annual Ground-Surface Temperature (MAGST)	88
Temperatura Media Anual del Suelo	Mean Annual Ground Temperature (MAGT)	88
Termokarst	Thermokarst	89
Terrazas de Crioplanación / Crioplanicie	Cryoplanation Terraces	89
Thufur	Thufur	90
Tope de Permafrost	Permafrost Table	90
Tor	Tor	90
Turbera	Peat Bog / Peatland	91
Valle Asimétrico	Asymmetric Valley	91
Vena de Hielo	Ice Vein	92
Ventifacto	Ventifact	92
Volcanes de la Tundra Andina	Frost Boil / Mud Boil	92
Zonación Altitudinal del Permafrost	Altitudinal Zonation of Permafrost	92

Index of terms in English

English Term	Spanish Term	Page
Active Ice Wedge	Cuña de Hielo Activa	39
Active Layer	Capa Activa	27
Active Layer Failure (also Active Layer Detachment Slide)	Ruptura o falla de Capa Activa (Deslizamiento de Capa por Desprendimiento)	82
Active Layer Thickness	Espesor de Capa Activa	43
Active Rock Glacier	Glaciar de Escombros Activo	52
Aggradation	Agradación	22
Aggradational Ice	Hielo Agradacional	55
Air Freezing Index	Índice de Congelamiento del Aire	61
Air Thawing Index	Índice de Descongelamiento del Aire	63
Alas/Alass	Alas/Alass	24
Altitudinal Limit of Permafrost	Límite Altitudinal Inferior del Permafrost	65
Altitudinal Zonation of Permafrost	Zonación Altitudinal del Permafrost	93
Apparent Heat Capacity	Capacidad de Calor Aparente	29
Asymmetric Valley	Valle Asimétrico	91
Banded Fabric	Fábrica Bandeada e Isobandeada	44
Buried Ice	Hielo Enterrado	57
Conglomeratic Cryogenic Fabric	Fábrica Criogénica Conglomerática	44
Continuous Permafrost, General Definition	Permafrost Continuo, Definición General	72
Convex-Concave Debris-Mantled Slope	Laderas Convexo-Cóncavo Cubiertas de Detrito	63
Creep of Frozen Ground	Reptación de Suelo Congelado	82
Cryofront	Criofrente	34
Cryogenesis	Criogénesis	35
Cryogenic Aquiclude	Acuiclusa Criogénica	21
Cryomero	Criómero	35
Cryopediment	Criopedimento	36
Cryopeg	Criopeg (sin plural)	37
Cryoplanation Terraces	Terrazas de Crioplanación / Crioplanicie	89
Cryosphere	Criósfera	37
Cryostructure	Crioestructura	34

Index of terms in English

English Term	Spanish Term	Page
Cryosuction	Criosucción	37
Cryotic Ground	Suelo Criótico	85
Cryoturbation	Crioturbación	37
Dead Ice	Hielo Muerto	58
Debris Flow	Flujo de Detritos / Colada de Barro	45
Deformability	Deformabilidad	40
Degree-Day (Centigrade or Fahrenheit)	Grado-Día (Centígrado o Fahrenheit)	54
Density of Frozen Ground	Densidad del Suelo Congelado	41
Depth of Seasonal Frost Penetration	Profundidad de Penetración del Congelamiento Estacional	78
Depth of Thaw (Thaw Depth)	Profundidad de Descongelamiento	78
Depth of Zero Annual Amplitude	Profundidad de la Amplitud Anual Cero	78
Detachment Failure	Ruptura por Despegue	83
Discontinuous Permafrost	Permafrost Discontinuo	73
Disequilibrium Permafrost or Degrading Permafrost	Permafrost en Desequilibrio o Degradado	74
Dry Permafrost	Permafrost Seco	75
Eisrinde	Eisrinde	42
Electrical Properties of Frozen Ground	Propiedades Eléctricas del Suelo Congelado	79
Equilibrium Permafrost	Permafrost en Equilibrio	74
Excess ice	Hielo en Exceso	56
Fossil Ice Wedges	Cuñas de Hielo Fósil (Moldes de Cuñas de Hielo; Pseudomorfos de Cuñas de Hielo)	40
Fragmoidic Cryogenic Fabric	Fábrica Criogénica Fragmoidica	44
Free Water	Agua Gravitacional	23
Freezeback	Recongelamiento	81
Freeze-Thaw Cycle	Ciclo de Congelamiento y Descongelamiento	30
Freezing Front	Frente de Congelamiento	47
Freezing Index	Índice de Congelamiento	60
Freezing (of Ground)	Congelamiento	31

Index of terms in English

English Term	Spanish Term	Page
Freezing Point	Punto de Congelamiento	81
Freezing Pressure	Presión de Congelamiento	77
Frost Action	Acción del Congelamiento	21
Frost Boil / Mud Boil	Volcanes de la Tundra Andina	92
Frost Creep	Gelireptación	49
Frost Heave	Levantamiento por Congelamiento	64
Frost Mound	Domo de Congelamiento	42
Frost Penetration	Penetración de Congelamiento	70
Frost Shattering	Gelifracción / Gelivación	48
Frost Sorting	Selección por Congelamiento	83
Frost Weathering	Criometeorización	36
Frozen Fringe	Franja de Congelamiento	47
Frozen Ground	Suelo Congelado	85
Frozen Talus Slopes	Pendiente Sedimentaria o Detrítica Criogénica	69
Gaps	Gaps	48
Gelifluction	Gelifluxión	48
Geocryology	Geocriología	49
Geothermal Gradient	Gradiente Geotérmico	53
Geothermal Heat Flux	Flujo o Calor Geotérmico	46
Glacial Environment	Ambiente Glaciario	24
Glaciated	Englazamiento	43
Glacier	Glaciar	50
Gravimetric (total) Water Content	Contenido Gravimétrico de Agua	33
Ground Ice	Hielo de Suelo o Subterráneo	56
Heat Capacity	Capacidad Calórica	29
Hydraulic Conductivity	Conductividad Hidráulica	31
Ice	Hielo	54
Ice Bearing Permafrost	Permafrost con Hielo	72
Ice Bonded Permafrost	Permafrost Cementado por Hielo	72
Ice Content	Contenido de Hielo	32
Ice Matrix	Hielo Cemento o Hielo Matriz	55

Index of terms in English

English Term	Spanish Term	Page
Ice Segregation	Segregación de Hielo	83
Ice Sheet	Mantos de Hielo	66
Ice Vein	Vena de Hielo	92
Ice Wedge	Cuña de Hielo	39
Ice Wedge Polygon	Polígono de Cuñas de Hielo	76
Ice-Rich Permafrost	Permafrost Rico en Hielo	75
Icing	Icing	59
Inactive Rock Glacier	Glaciar de Escombros Inactivo	53
Intra-Permafrost Water	Agua de Intrapermafrost	22
Intrusive Ice	Hielo Intrusivo	57
Isolated Patches of Permafrost	Permafrost Insular	74
Latent Heat	Calor Latente	27
Loess	Loess	66
Mass Wasting	Movimiento en Masa	67
Massive Ice	Hielo Macizo	57
Mean Annual Ground Temperature (MAGT)	Temperatura Media Anual del Suelo	88
Mean Annual Ground-Surface Temperature (MAGST)	Temperatura Media Anual de Superficie	88
Moraine	Morena	67
Mountain Permafrost	Permafrost de Montaña	73
Needle Ice	Pipkrake Hielo Acicular	76
N-Factor	Factor n	45
Nivation	Nivación	68
Nubbins	Nubbins	68
Paleopermafrost	Paleopermafrost	69
Paraglacial Environment	Ambiente Paraglacial	24
Paraperiglacial Environment – Andean Definition	Ambiente Paraperiglacial – Definición Andina	25
Patterned Ground	Suelo Estructurado	86
Peat Bog / Peatland	Turbera	91
Periglacial Environment - Andean Definition	Ambiente Periglacial – Definición Andina	26

Index of terms in English

English Term	Spanish Term	Page
Periglacial Environment - Northern Hemisphere Definition	Ambiente Periglacial – Definición del Hemisferio Norte	26
Periglacial, General Definition	Periglacial, Definición General	70
Periglacial Processes	Procesos Periglaciales	77
Permafrost	Permafrost	71
Permafrost Aggradation	Agradación del Permafrost	22
Permafrost Base	Base del Permafrost	27
Permafrost Boundary	Límite del Permafrost	65
Permafrost Degradation	Degradación del Permafrost	41
Permafrost Table	Tope de Permafrost	90
Permafrost Thickness	Espesor del Permafrost	43
Pingo	Pingo	76
Polygon o Polygonal Ground	Polígono o Suelos Poligonales	76
Pore Ice	Hielo Intersticial	57
Proglacial Environment	Ambiente Proglacial	27
Protalus Rampart	Protalus Rampart	80
Quartz micro texture of the periglacial environment	Microtextura de cuarzo del ambiente periglacial	66
Rectilinear Debris-Mantled Slope	Laderas Recto-Lineares Cubiertas de Detrito Pendientes Planas o Lisas	64
Regelation	Regelación	81
Relict Active Layer	Capa Activa Relíctica	27
Relict Ice	Hielo Relíctico	58
Relict Permafrost	Permafrost Relíctico	75
Relict Rock Glacier (sometimes Fossil Rock Glacier)	Glaciar de Escombros Relíctico o Fósil	53
Rock Glacier	Glaciar de Escombros	51
Seasonal Frost	Congelamiento Estacional	32
Segregated Ice	Hielo de Segregación, Segregacional, o de Taber	55
Silt Cappings	Capa de Concentración de Limos	28
Snow	Nieve	68
Snow Cover	Cobertura Nival	30

Index of terms in English

English Term	Spanish Term	Page
Snowmelt	Fusión de la Nieve	48
Solifluction	Soliflucción	84
Solifluction Features	Formas de Soliflucción	46
Specific Heat Capacity	Capacidad de Calor Específico	30
Sporadic Discontinuous Permafrost	Permafrost Esporádico	74
Stone ring	Círculos de Piedra	30
Stratified Slope Waste Deposits	Grèzes Litées	54
Subpermafrost Water	Agua de Subpermafrost	23
Suprapermafrost Water	Agua de Suprapermafrost	23
Tafoni	Taffoni	87
Talik	Talik	87
Thaw Consolidation	Consolidación por Fusión	32
Thaw Consolidation Ratio	Coefficiente de Consolidación por Fusión	31
Thaw Unconformity	Discordancia de Descongelamiento	42
Thaw Weakening	Debilitamiento por Descongelamiento	40
Thawing Index	Índice de Descongelamiento	62
Thawing (of Frozen Ground)	Descongelamiento del Suelo	41
Thermal Properties of Frozen Ground	Propiedades Térmicas del Suelo Congelado	79
Thermokarst	Termokarst	89
Thufur	Thufur	90
Tor	Tor	90
Transient Layer	Capa de Transición	29
Unfrozen Ground	Suelo no Congelado	86
Ventifact	Ventifacto	92
Vertical selection	Selección Vertical	84
Zero Curtain	Horizonte Cero	58

Acción del Congelamiento (Figura 16, Figura 17, Figura 18)

Es el efecto resultante de los procesos de *Congelamiento* y *Descongelamiento del Suelo* y la roca, en los materiales y estructuras emplazadas sobre o dentro del suelo. La *Acción del Congelamiento* del suelo, incluye procesos perjudiciales tales como el *Levantamiento por Congelamiento*, que ocurre durante el período de *Congelamiento*, y el debilitamiento del suelo que sucede cuando el suelo estacionalmente congelado se descongela. Aunque generalmente la *Acción del Congelamiento* se refiere a los procesos estacionales de *Congelamiento* y *Descongelamiento* y sus correspondientes efectos, el término también se usa para describir el levantamiento a largo plazo que ocurre cuando los suelos están sujetos a temperaturas de *Congelamiento* continuas por un largo período de tiempo, usualmente años. La *Acción del Congelamiento* contribuye a la desintegración meteórica del suelo y la roca como resultado del acuñaamiento del hielo, la actividad de *Crioturbación* y el desarrollo de criotexturas y fábricas criogénicas.

Frost Action (Figure 16, Figure 17, Figure 18)

The process of alternate freezing and thawing of moisture in soil, rock and other materials, and the resulting effects on materials and on structures placed on, or in, the ground. *Frost action* in soils describes the processes of *Frost Heave* that occurs in the ground during the freezing period, and *Thaw Weakening* that occurs as the seasonally *Frozen Ground* thaws.

Although it normally refers to seasonal freezing and thawing processes and effects, the term *Frost action* has also been used to describe the long-term heaving that occurs when soils are subjected continuously to a freezing temperature over a long period of time (years). *Frost action* contributes to the mechanical weathering (disintegration or breakdown) of soil and rock materials, by frost wedging, *Cryoturbation* activity, and to the development of cryotexture and cryogenic fabric in soils.

REFERENCES: Hennion, 1955; Washburn, 1979; Johnston, 1981; Van Vliet – Lanoë, 1998; Matsuoka and Murton, 2008.

Acuiclusa Criogénica

Capa de suelo que, debido a su estado de *Congelamiento*, tiene una permeabilidad suficientemente baja y que por eso actúa como una capa de confinamiento de agua subterránea. El *Congelamiento* anual puede hacer que la *Capa Activa* se comporte como una *Acuiclusa Criogénica*.

Cryogenic Aquiclude

A layer of ground which, because of its frozen state, has a low enough permeability to act as a confining bed for an aquifer. Annual freezing can turn the *Active Layer* into a *Cryogenic Aquiclude*.

REFERENCES: Fotiev, 1978.

Agradación

Es el término usado para describir el aumento de la elevación del terreno resultante del crecimiento y *Acumulación de Hielo* de suelo o deposición de sedimentos.

Aggradation

Aggradation is the term used to describe the increase in land elevation due to the build-up and growth of *Ground Ice* or deposition of sediments.

Agradación del Permafrost

Es un aumento natural, o artificialmente inducido, en el espesor o extensión superficial del *Permafrost*. La *Agradación del Permafrost* puede ser causada por una disminución de la temperatura del aire o por cambios en las condiciones de terreno, incluyendo sucesión de vegetación, depósito de sedimentos en cuencas subyacidas por *Permafrost*, drenaje de lagos en zonas de *Permafrost* o disminución de la cubierta de *Nieve* (i.e. aislante térmico). Puede ser expresada como una disminución del espesor de la *Capa Activa* o un aumento del espesor de la capa de *Permafrost*.

Permafrost Aggradation

A naturally or artificially caused increase in the thickness and/or areal extent of *Permafrost*. *Permafrost Aggradation* may be caused by climatic cooling or by changes in terrain conditions, including vegetation succession, infilling of lake basins in areas underlain by *Permafrost*, drainage of lake in *Permafrost* terrain and a decrease in *Snow Cover* and thus the insulating agent. It may be expressed as a thinning of the *Active Layer* and/or a thickening of the *Permafrost*.

Agua de Intrapermafrost

Es el agua presente en zonas no congeladas dentro del *Permafrost* (*Talik* or *criopeg*). Incluye el agua emplazada en *Talik* abiertos, laterales o transitorios y en *criopeg* basales, aislados o marinos.

Intra-Permafrost Water

Water occurring in unfrozen zones (*Taliks* and *Cryopegs*) within *Permafrost*. It includes water in open, lateral and transient *Taliks* and in basal, isolated and marine *Cryopegs*.

REFERENCES: Williams, 1965; Tolstikhin and Tolstikhin, 1974.

Agua de Subpermafrost

Es el agua presente en el suelo no criótico debajo del *Permafrost*.

Subpermafrost Water

Water occurring in the non-Cryotic Ground below the *Permafrost*.

REFERENCES: Williams, 1965, 1970; Tolstikhin and Tolstikhin, 1974.

Agua de Suprapermafrost

Es el agua presente en suelos no congelados, por encima de suelos perennemente congelados. Ocurre en la *Capa Activa*, entre la superficie del terreno y el tope del *Permafrost* y en *Taliks* debajo de ríos y lagos. Se origina generalmente por la infiltración de la lluvia, derretimiento de *Nieve* o por flujos en o sub *Permafrost* a través de *Taliks*. La mayor parte del agua del *Suprapermafrost* en la *Capa Activa*, puede congelarse durante el invierno aunque el resto estará temporalmente confinado y sujeto a aumentos de presión durante el *Congelamiento* de la *Capa Activa*.

Suprapermafrost Water

Water occurring in *Unfrozen Ground* above *perennially Frozen Ground*. It occurs in the *Active Layer*, between the *Active Layer* and the *Permafrost Table*, and in *Taliks* below don't hyphenate and lakes. It is replenished by infiltration of rain, *Snowmelt* or surface waters, or from intra- or *Subpermafrost Water* via open *Taliks*. Much of the *Suprapermafrost Water* in the *Active Layer* may freeze in the winter; the remainder can temporarily become confined and subjected to increasing pressure during progressive freezing of the *Active Layer*.

REFERENCES: Williams, 1965, 1970; Tolstikhin and Tolstikhin, 1974.

Agua Gravitacional

El *Agua Gravitacional* es la parte del agua intersticial que es libre de moverse entre intersticios del suelo bajo la influencia de la fuerza de gravedad. El término *Agua Gravitacional* también incluye el agua en fisuras, canales de disolución y otros espacios dentro del suelo o roca. La temperatura a la que el *Agua Gravitacional* cambia de fase depende principalmente de su contenido de sólidos disueltos, lo que determina a su vez, lo que se denomina la depresión del *Punto de Congelamiento*.

Free Water

Free Water is that portion of the pore water that is free to move between interconnected pores under the influence of gravity. The term *Free Water* also covers water in fissures, solution channels, and other openings in soils or rocks. The temperature at which *Free Water* will change phase depends primarily on its dissolved-solids content, which determines the *Freezing Point* depression.

Alas/Alass (Figura 15)

Es una depresión grande de la superficie del terreno producida por el Descongelamiento de un gran área subyacida por *Permafrost* de alto *Contenido de Hielo* de suelo donde participan también otros procesos como la degradación de *Cuñas de Hielo*. En las etapas iniciales de formación, la depresión forma un lago somero de alrededor de 2 m de diámetro. El agrandamiento y últimamente el drenaje de un número considerable de este tipo de lagos puede resultar en un plateau interalás.

Alas/Alass (Figure 15)

A large depression of the ground surface produced by thawing of a large area of very thick and exceedingly ice-rich *Permafrost*. In the early stages of formation, a shallow (appx. 2 m) circular "alas lake" forms in a steep-sided depression. Enlargement and ultimate drainage of a number of such lakes may leave low inter-alas plateaus.

REFERENCES: Czudek and Demek, 1970; Soloviev, 1973.

Ambiente Glaciarío

Es el ambiente donde se localizan los *Glaciares*. Éste incluye normalmente picos montañosos descubiertos de *Hielo* llamados nunataks. Hoy se habla de que los *Glaciares*, campos de *Hielo* y casquetes de *Hielo* conforman un "sistema" que están en relación con otros sistemas terrestres como la atmósfera e hidrósfera. El *Ambiente Glaciarío* presenta diversos tipos de paisajes que se caracterizan por un conjunto de procesos geomorfológicos específicos y sus geofórmás asociadas.

Glacial Environment

This is the environment where *Glaciers* are located. It often includes unglaciated mountain peaks, called nunataks. *Glaciers*, *Ice Caps*, icefields and other surface *Snow* and *Ice* form an frozen water system that interacts with the atmosphere and hydrosphere. Glacial environments are characterized by a suite of distinct geomorphic processes and their associated landforms.

REFERENCES: Derruau, 1970; Benn and Evans, 2010.

Ambiente Paraglacial

Se define en Church and Ryder (1972) como "ambientes no-glaciaríos condicionados por procesos de glaciación o deglaciación". Esta definición proviene de Ballantyne (2002) quien la refirió a un período de tiempo (2002).

Paraglacial Environment

Non-glacial Earth surface processes, sediment *Accumulations*, landforms, land systems and landscapes that are directly conditioned by glaciation and deglaciation.

REFERENCES: Church and Ryder, 1972; Ballantyne, 2002; Slaymaker, 2011.

Ambiente Paraperiglacial – Definición Andina

Es el ambiente referido como parageocriogénico. Es el ambiente en donde predomina el *Congelamiento Estacional* pero no presenta *Congelamiento* permanente, es decir en este ambiente no hay *Permafrost*. En este ambiente hay crecimiento de *Hielo acicular*, suelos estructurados en miniatura y *Criometeorización*.

Paraperiglacial Environment – Andean Definition

Environment, often also partly-included in the *Periglacial Environment*, which is dominated by seasonal freezing, but does not contain *Permafrost*, or perennial *Ground Ice*. For example, sorted ground can develop in this environment where the processes are driven by *Frost Weathering*.

REFERENCES: Corte, 1983.

Ambiente Periglacial – Definición Andina

El *Ambiente Periglacial* es un ambiente frío y criogénico pero no glaciario, por arriba del límite superior del bosque si éste existe. El límite físico con el *Ambiente Glaciario* puede ser difuso, pero el límite con el ambiente no *Periglacial* está claramente marcado por los siguientes indicadores importantes:

- ocurrencia de *Permafrost* en profundidad, o *Suelo congelado* permanente, y posible presencia de *Hielo* subterráneo entrampado y preservado bajo condiciones naturales por largo tiempo, constituyendo así el elemento decisivo del ambiente criogénico;
- dominio del proceso de *Congelamiento*, con ciclos de *Congelamiento* y *Descongelamiento* que afectan a las rocas y a la parte superior del suelo; y
- presencia de *Soliflucción/Geliflucción* y otros procesos criogénicos (crioclastía, selección, *Crioturbación*, etc.) que conducen a la denominada "geomorfología *Periglacial*", como por ejemplo, es la formación de "suelos estructurados" en pequeña escala o a los "*Glaciares* de escombros" en una mesoescala.

Si bien, para algunos autores del hemisferio norte, el *Permafrost* no representa un elemento *sine qua non* del ambiente *Periglacial*, sí lo es para los geocriólogos que trabajan en la Cordillera de los Andes, y debe mencionarse y especificarse.

Periglacial Environment - Andean Definition

The environment, which is cold and cryogenic, but not *Glaciated*, above of the tree line if existent. There is no clear physical limit to the glacial environment and its boundary is diffuse. However, the limit to the non-*Periglacial Environment* is clearly marked by the following indicators:

- occurrence of *Permafrost* in depth, including permanently frozen soil and possibly presence of *Ground Ice* preserved under natural conditions for long periods of time. This constitutes the decisive element whereby an environment is called *Periglacial* or cryogenic.
- environment dominated by cycles of freezing and thawing affecting rocks and the top of the soil; and
- presence of *Solifluction* / *Gelifluction* and other cryogenic processes (*Frost Weathering*, sorting, *Cryoturbation*, etc.) that lead to the so-called *Periglacial* geomorphology, such as the formation of small scale sorted ground or *Rock Glaciers* on a mesoscale.

For some authors of the northern hemisphere the presence of *Permafrost* is not a prerequisite for the *Periglacial Environment*, however, it is for the cryo-scientists working in the Andes.

REFERENCES: IANIGLA and CONICET, 2010; Trombotto, 1999; 2000; 2009.

Ambiente Periglacial – Definición del Hemisferio Norte

El *Ambiente Periglacial* es definido como las áreas dominadas por procesos de *Congelamiento* y *Descongelamiento* o de *Permafrost*.

Nota: En la definición pasada de ambiente *Periglacial*, dos criterios fueron considerados como factores de diagnóstico importante: i) existe *Congelamiento* y *Descongelamiento del Suelo*, y ii) presencia de suelo permanentemente congelado. Hoy en día, se considera que la presencia de *Permafrost* no es el único criterio de diagnóstico ya que es un concepto térmico, en cambio el concepto de *Periglacial* es una definición geomorfológica que toma en cuenta geoformas y procesos que no son solamente controlados por temperatura.

Periglacial Environment - Northern Hemisphere Definition

The *Periglacial Environment* is defined as those areas in which *Frost Action* and / or *Permafrost* related processes dominate.

Note: In the early definition of the *Periglacial Environment* two criteria were regarded as diagnostic of the *Periglacial Environment*: i) there is ground freezing and thawing, and ii) presence of perennially *Frozen Ground*. Today, *Permafrost* is considered to not being the only diagnostic criterion because *Permafrost* is a thermal concept, whereas *Periglacial* is a geomorphological definition that is concerned with landforms and processes that are not controlled by temperature alone.

REFERENCES: French, 2007

Ambiente Proglacial

Es el ambiente que se encuentra cerca del frente de un *Glaciar*, casquete o sábana de *Hielo*.

Proglacial Environment

Is an environment that is located close to the *Ice* front of a *Glacier*, *Ice Cap* or *Ice Sheet*.

REFERENCES: Penck and Brückner, 1909; Slaymaker, 2011.

Base del Permafrost (Figura 2, Figura 4)

Es el límite más profundo del *Permafrost*, sobre el cual las temperaturas están perennemente bajo 0°C (crióticas) y debajo están perennemente sobre 0°C (no criótico).

Permafrost Base (Figure 1, Figure 3)

The lower boundary surface of *Permafrost*, above which temperatures are perennially below 0°C (cryotic) and below which temperature are perennially above 0°C (non-cryotic).

Calor Latente

Es la cantidad de calor requerida para derretir todo el *Hielo* (o congelar toda el agua intersticial) en una unidad de masa de suelo o roca.

Latent Heat

The amount of heat required to melt all the *Ice* (or freeze all the pore water) in a unit mass of soil or rock.

Capa Activa (Figura 1, Figura 3, Figura 5)

Es la capa superficial del terreno que sufre ciclos anuales de *Congelamiento* y *Descongelamiento* en áreas con *Permafrost* subyacente. En áreas con *Permafrost Continuo*, la *Capa Activa* generalmente alcanza el tope del *Permafrost*; no generalmente así en zonas de *Permafrost Discontinuo*. La *Capa Activa* incluye la capa más superficial del *Permafrost* que sufre ciclos de *Congelamiento* y *Descongelamiento* debido a niveles de salinidad o concentraciones de arcilla, aun cuando ésta permanezca criótica. La profundidad de la *Capa Activa* puede variar considerablemente de un año a otro, dependiendo de un número considerable de variables. Si el régimen térmico del suelo ya no se encuentra en equilibrio climático de largo plazo, las capas activas tienden a mostrar tendencias de aumentar su espesor.

Active Layer (Figure 2, Figure 4, Figure 6)

The *Active Layer* is a layer of ground that is subject to annual thawing and freezing in areas underlain by *Permafrost*. In the zone of *Continuous Permafrost* the *Active Layer* generally reaches the *Permafrost Table*; in the zone of *Discontinuous Permafrost* it often does

not. The *Active Layer* includes the uppermost part of the *Permafrost* wherever either the salinity or clay content of the *Permafrost* allows it to thaw and refreeze annually, even though the material remains cryotic ($T < 0^{\circ}\text{C}$). The *Active Layer* depth may vary considerably from one year to another depending on a number of variables (cf. *Active Layer Thickness*). If the ground thermal regime is no longer in long-term climatic equilibrium, *Active Layers* tend to show trends of increasing thickness.

REFERENCES: Muller, 1943; Williams, 1965; Brown, 1971; van Everdingen, 1985; Trombotto and Ahumada, 2005.

Capa Activa Relíctica

Es una capa del suelo, que actualmente yace inmediatamente por debajo de la *Capa Activa*. Su grosor indica la diferencia de *Profundidad de Descongelamiento* que ocurrió en un tiempo pasado.

Relict Active Layer

A layer of ground, now perennially frozen lying immediately below the modern *Active Layer*. Its thickness indicates the greater annual *Depth of Thaw* that occurred during a previous period.

REFERENCES: Delorme et al., 1978; Mackay, 1978.

Capa de Concentración de Limos

Concentración de limos en bandas, zonas o capas adheridas a granos minerales por fenómenos criogénicos como ciclos de Congelamiento y Descongelamiento que son responsables de movimientos hacia abajo del perfil de los limos. Algunos autores explican bajo estas condiciones la formación de fragipanes.

Silt Cappings

Concentration of silt in bands, zones or layers adhered to coarser grains. This is a cryogenic phenomenon caused by freeze-thaw cycles that are responsible for the downward silt movements. Some authors explain these conditions as fragipan formations.

REFERENCES: FitzPatrick, 1993.

Capa de Transición (Figura 1, Figura 3)

Es una capa sub-superficial somera rica en *Hielo* de suelo que marca la posición de largo plazo del contacto entre la *Capa Activa* y el tope del *Permafrost*. La *Capa Transitoria* es típicamente considerada parte de las áreas más someras del *Permafrost*, pero bajo ciertas condiciones, ocasionalmente se considera como parte de la *Capa Activa*.

Transient Layer (Figure 2, Figure 4)

The *Transient Layer* is the near-surface *Ice*-Rich layer marking the long term position of the contact between the *Active Layer* and the upper part of the *Permafrost*. The *Transient Layer* is a typically part of the uppermost *Permafrost* but, under certain conditions, occasionally joins the *Active Layer*.

REFERENCES: Shur et al., 2005; Trombotto and Borzotta, 2009.

Capacidad Calórica

Es la cantidad de calor requerida para aumentar la temperatura de una unidad de masa de una sustancia en un grado Celsius o Kelvin. El término es comúnmente usado como una abreviación de la capacidad de calor específica, la cual no incluye los efectos de *Calor Latente* debido al derretimiento de *Hielo* o *Congelamiento* de agua. Ya que los cambios de fases en un *Suelo congelado* ocurren gradualmente en un rango de temperaturas, la *Capacidad Calórica* aparente (que incluye los contenidos de calor sensible y latente) puede variar considerablemente en función de la temperatura. La *Capacidad Calórica* se expresa comúnmente en joules por kg por grado K.

Heat Capacity

The amount of heat required to raise the temperature of a unit mass of a substance by one degree Celsius or Kelvin. This term is a commonly used abbreviation of *Specific Heat Capacity*, which does not include the effects of changes in *Latent Heat* due to the melting of *Ice* or the freezing of water with changes in temperature. Because the phase change in a frozen soil often occurs gradually over a range of temperatures, the *Apparent Heat Capacity* (covering both sensible and *Latent Heat* contents) may vary significantly with temperature. *Heat Capacity* is commonly expressed in Joules per kg per degree K.

Capacidad de Calor Aparente

Es la cantidad de calor requerida para aumentar la temperatura de una unidad de masa de tierra congelada en un grado Celsius/Kelvin. Debido a que el cambio de fase de sedimentos congelados ocurre gradualmente dentro de un rango de temperatura, la *Capacidad de Calor Aparente* (la cual es la suma de la *Capacidad de Calor Específico* y el *Calor Latente* liberado) puede variar significativamente en función de la temperatura.

Apparent Heat Capacity

The amount of heat required to raise the temperature of a unit mass of *Frozen Ground* by one degree Celsius/Kelvin. Because the phase change in *Frozen Ground* often occurs gradually over a range of temperatures, the *Apparent Heat Capacity* (which is the sum of the *Specific Heat Capacity* and the *Latent Heat* released) may vary significantly with temperature.

Capacidad de Calor Específico

Es la cantidad de calor requerida para aumentar la temperatura de una unidad de masa de una sustancia en un grado. Es comúnmente expresada en joules por kg por grado Kelvin o centígrado.

Specific Heat Capacity

The amount of heat required to raise the temperature of a unit mass of a substance by one degree. It is commonly expressed in Joules per kg per degree Kelvin or centigrade.

Ciclo de Congelamiento y Descongelamiento

Es el *Congelamiento* de un material, seguido de su *Descongelamiento*. Los ciclos de *Congelamiento* y *Descongelamiento* naturales consisten en el *Congelamiento* y en el subsecuente *Descongelamiento* del material. Mientras el primero se produce en la estación invernal o de *Congelamiento*, el segundo se produce durante la estación de *Descongelamiento*.

Freeze-Thaw Cycle

Freezing of a material followed by thawing. Natural *Freeze-Thaw Cycles* consist of the freezing and subsequent thawing during a freezing season and the following thawing season.

Círculos de Piedra (Figura 16)

Suelo estructurado con forma circular que puede estar seleccionado horizontalmente o no y es muy frecuente de encontrarlo en territorios con permafrost.

Stone ring (Figure 16)

Structured ground consisting of rings of stones caused by horizontal sorting. These rings are common within permafrost environments.

REFERENCES: Washburn, 1979; Hallet and Prestrud, 1986.

Cobertura Nival

Es la *Acumulación* de *Nieve* que cubre el suelo.

Snow Cover

The *Accumulation* of fallen *Snow* covering the ground.

Coefficiente de Consolidación por Fusión

Es una proporción adimensional que describe la relación entre la tasa de *Descongelamiento* y la tasa de consolidación de un suelo en *Descongelamiento*. Es considerada como una medida de la tasa relativa de generación y expulsión de agua en exceso durante el *Descongelamiento* de un suelo.

Thaw Consolidation Ratio

A dimensionless ratio describing the relationship between the rate of thaw and the rate of consolidation of a thawing soil, which is considered to be a measure of the relative rates of generation and expulsion of excess water during thaw.

REFERENCES: Morgenstern and Nixon, 1971; Johnston, 1981.

Conductividad Hidráulica

Es el volumen de fluido que pasa a través de una sección de área unitaria durante una unidad de tiempo, bajo una unidad de potencial hidráulico. La *Conductividad Hidráulica* está en función de la viscosidad y de la densidad del fluido, que a su vez depende de la temperatura. La *Conductividad Hidráulica* es expresada en cm/s o m/d.

Hydraulic Conductivity

The volume of fluid passing through a unit cross section in unit time under the action of a unit hydraulic potential gradient. The *Hydraulic Conductivity* is a function of the viscosity and density of the fluid, which in turn depend on the fluid temperature. In practice it is commonly expressed in cm/s or m/d.

Congelamiento

Es el cambio de fase de agua a *Hielo* en el suelo o roca. La temperatura a la que el suelo comienza a congelarse puede ser menor que 0°C como resultado de una depresión del *Punto de Congelamiento* como resultado de cambios en la composición química del agua o el suelo (por ejemplo, presencia de sal).

Freezing (of Ground)

The changing of phase from water to *Ice* in soil or rock. The temperature at which ground freezing starts may be lower than 0°C as a result of freezing-point depression through changes in the chemical composition of the water or soil (e.g. the presence of salt).

Congelamiento Estacional

Es la ocurrencia de temperaturas del suelo por debajo de los 0°C durante una parte del año.

Seasonal Frost

The occurrence of ground temperatures below 0°C for only part of the year.

Consolidación por Fusión

Es la compresión del suelo a través del tiempo debido al *Descongelamiento* de éste y el subsecuente drenaje del agua en exceso. Si durante el *Descongelamiento* el drenaje del agua producida está libre, la variación de la consolidación estará controlada por la posición del frente de *Descongelamiento*. De lo contrario, si el drenaje está impedido, el valor de consolidación está controlado también por la permeabilidad y compresibilidad del suelo. En el caso de suelos con sedimentos finos, si el *Descongelamiento* es suficientemente rápido, el agua será drenada a una velocidad en exceso de su permeabilidad natural, resultando en altas presiones hidrostáticas que pueden causar problemas severos de inestabilidad.

Thaw Consolidation

Time-dependent compression resulting from thawing of *Frozen Ground* and subsequent draining of excess water. If during thaw, the flow of water from the thawed ground is unimpeded, then the variation of thaw settlement with time is controlled solely by the position of the thawing front. If the thawed ground is not sufficiently permeable, and flow is impeded, however, the rate of settlement with time is also controlled by the compressibility and permeability of the thawed ground. In the case of thawing fine-grained soils, if the rate of thaw is sufficiently fast, water is released at a rate exceeding that at which it can flow from the soil, and pore pressures in excess of hydrostatic will be generated. These excess pore pressures may cause severe instability problems in slopes and foundation soils.

REFERENCES: Morgenstern and Nixon, 1971; Andersland and Anderson, 1978; Johnston, 1981.

Contenido de Hielo (Figura 7)

Es la cantidad de *Hielo* contenido en suelos o rocas congelados, o parcialmente congelados.

Normalmente el *Contenido de Hielo* está expresado de la siguiente manera:

- En base al peso seco (gravimétrico), como la relación entre la masa de *Hielo* de una muestra y la masa de la misma muestra pero seca, expresado en porcentaje.
- En base al volumen (volumétrico), como la relación entre el volumen de *Hielo* de una muestra y el volumen de la misma muestra completa, expresado como fracción. El *Contenido de Hielo* volumétrico no puede exceder el 100%, mientras que el gravimétrico si puede exceder el 100%.

Ice Content (Figure 8)

The amount of *Ice* contained in frozen or partially frozen soil or rock. *Ice Content* is normally expressed in one of two ways:

- on a dry-weight basis (gravimetric), as the ratio of the mass of the *Ice* in a sample to the mass of the dry sample, expressed as a percentage, or
- on a volume basis (volumetric), as the ratio of the volume of *Ice* in a sample to the volume of the whole sample, expressed as a fraction. The volumetric *Ice Content* cannot exceed unity whereas the gravimetric *Ice Content* can greatly exceed 100%.

REFERENCES: Anderson and Morgenstern, 1973; Johnston, 1981.

Contenido Gravimétrico de Agua

Es la relación entre la masa de agua y *Hielo* de una muestra de suelo y la masa seca de la misma, comúnmente expresada como porcentaje. Debido a la forma como se calcula el *Contenido Gravimétrico de Agua*, éste puede sobrepasar un 100%. Durante el Descongelamiento de una muestra de *Suelo congelado* el *Contenido Gravimétrico de Agua* total permanece constante, a menos que parte del agua drene hacia afuera de la muestra.

Gravimetric (total) Water Content

The ratio of the mass of the water and *Ice* in a sample to the dry mass of the sample, commonly expressed as a percentage. Because of the way it is defined, the gravimetric total water content can greatly exceed 100%. During thawing of a sample of *Frozen Ground* the gravimetric total water content remains constant, unless excess water is allowed to drain out of the sample.

REFERENCES: Anderson and Morgenstern, 1973.

Crioestructura

Es la suma de las características estructurales de los materiales terrestres congelados. La *Crioestructura* está determinada por la cantidad y distribución de *Hielo Intersticial* y de lentes de *Hielo* segregado. El tipo y disposición del *Hielo* en el material congelado dependerá mayoritariamente del contenido de agua inicial y del grado de migración de humedad durante episodios de *Congelamiento* posteriores.

Para propósitos ingenieriles, la estructura del *Suelo congelado* puede estar descrita como: masiva, en capas o reticulada, según el tipo y distribución de *Hielo* en el suelo. Una estructura masiva (no confundirse con *Hielo* masivo enterrado) está caracterizada por la presencia predominante de *Hielo Intersticial* y por un relativo bajo contenido total de *Hielo* en el suelo. En suelos con una estructura reticulada, son las venas de *Hielo* las que forman una red al azar, en cambio, en suelos con una estructura en capas, lentes horizontales de *Hielo* se encuentran alternados con capas de suelo. En estos últimos dos casos, el contenido total de *Hielo* es relativamente alto.

Cryostructure

Is the structural characteristics of frozen earth material. The *Cryostructure* is determined by the amount and distribution of *Pore Ice* (or *Ice cement*) and lenses of *Segregated Ice*. The type and arrangement of *Ice* in the frozen material will depend largely on the initial total water content of the material and the extent of moisture migration during subsequent freezing.

For engineering purposes, the structure of frozen soil may be described as massive, layered or reticulate, based on the type and distribution of *Ice* in the soil. A massive structure (not to be confused with massive ground-ice forms) is characterized by the predominant presence of *Pore Ice* and by relatively low total *Ice Content*. In soils with a reticulate structure, *Ice Veins* generally form a random net, whereas in those with a layered structure, well-oriented horizontal *Ice Lenses* alternate with soil layers having a massive structure. In both cases their total *Ice Content* is relatively high.

REFERENCES: U.S.S.R., 1969; Poppe and Brown, 1976; Kudryavtsev, 1978.

Criofrente

Es el límite entre el *Suelo Criótico* y el no-criótico indicado por la posición de la isoterma de 0°C. La *Base del Permafrost* y los límites entre las partes crióticas y no-crióticas de la *Capa Activa* constituyen *Criofrentes*. Como resultado de las depresiones del *Punto de Congelamiento*, el *Frente de Congelamiento* usualmente avanza por detrás del *Criofrente*, a medida que se mueven hacia abajo durante el *Congelamiento* anual de la *Capa Activa*.

Cryofront

The boundary between cryotic and non-Cryotic *Ground* as indicated by the position of the 0°C isotherm in the ground. The *Permafrost Base* and the boundaries between non-cryotic and cryotic portions of the *Active Layer* constitute *Cryofronts*. The *Freezing Front* may lag behind the *Cryofront* as it moves downwards during annual freezing of the *Active Layer* as a result of freezing-point depression.

REFERENCES: van Everdingen, 1976.

Criogénesis

Es la combinación de procesos termo-físicos, físico-químicos y físico-mecánicos que ocurren en materiales congelados, en *Congelamiento* o *Descongelamiento*. Algunos de los procesos criogénicos más importantes son: la migración de agua durante el *Congelamiento* y *Descongelamiento del Suelo*, el *Levantamiento por Congelamiento*, intercambio de humedad y calor, y *Gelifluxión*.

Cryogenesis

The combination of thermo-physical, physico-chemical and physico-mechanical processes occurring in freezing, frozen and thawing earth materials. Specific processes of *Cryogenesis* include water migration during freezing and thawing of the ground, *Frost Heave*, heat and mass (moisture) exchange, regelation and *Gelifluction*.

REFERENCES: Poppe and Brown, 1976; Trombotto and Ahumada, 2005.

Criómero

Término climatoestratigráfico que se refiere a un episodio temporal o evento frío, contrariamente a un Termómero, que es un evento temporal climático cálido. De acuerdo a la importancia, duración, intensidad, de las temperaturas y características de las precipitaciones se propusieron diferentes categorías como:

<i>Categorías</i>	<i>Criómeros</i>	<i>Termómeros</i>
1	Glacial	Interglacial
2	Estadial	Interstadial
3	Fase	Intervalo
4	Escalón	Etapas

En el modelo alpino propuesto, los alcances espaciales de las glaciaciones, desde un glacial (categoría 1) hasta un escalón (categoría 4), fueron considerados como de 100 km, entre 50 y 100 km, entre 15 y 50 km y el último como menor de 15 km respectivamente.

Cryomero

Cryomere refers to a cold period and is the opposite of a *Thermomere*, which is a warm climate period. According to the importance, duration, intensity, temperatures and precipitation characteristics different categories have been proposed such as:

<i>Category</i>	<i>Cryomere</i>	<i>Thermomere</i>
1	Glacial	Interglacial
2	Stadial	Interstadial
3	Phase	Interval
4	Step	Stage

In the mountain environment, the spatial scope of the glaciations, from a glacial (Category 1) up to a step (Category 4), were considered to be of 100 km, between 50 and 100 km, between 15 and 50 km and less than 15 km, respectively.

REFERENCES: Lüttig, 1965.

Criometeorización (Figura 17, Figura 18)

Es la desintegración mecánica del suelo o roca como resultado de la *Acción del Congelamiento* y Descongelamiento, presión del *Hielo* e hidratación. La destrucción por hidratación es el proceso por el cual los granos del suelo pierden cohesión y la roca se desintegra como resultado de la presión que ejercen las láminas de agua adheridas a las superficies de los minerales de silicato. Este último mecanismo de fractura actúa independientemente de la temperatura y bajo cualquier clima. Cuando se combina con procesos de *Gelifracción* y crioclastismo, el mecanismo resultante es altamente efectivo en desintegrar suelos, rocas o afloramientos tipo craig patagónicos. Dependiendo también de la litología, este fenómeno deja las cimas de las montañas andinas dentadas y filosas (macrogelivación). Otras montañas llamadas por los galeses patagónicos "moel" tienen muchas veces que ver con procesos de criometeorización y periglaciación presentes o pasados.

Frost Weathering (Figure 17, Figure 18)

The disintegration and break-up of soil or rock by the combined action of *Frost Shattering*, frost wedging and hydration shattering. Hydration shattering is the process of grain loosening and soil or rock disintegration by the wedging pressure of water in films of varying thickness on the surfaces of silicate minerals. The process can act in all climates without the aid of freezing and thawing. When combined with freezing and thawing (*Frost Shattering* and frost wedging), however, the resulting process of *Frost Weathering* can be a very efficient mechanism for the break-up of soil or rock.

REFERENCES: White, 1976a; Washburn, 1979.

Criopedimento

Son superficies de erosión de suave pendiente que se desarrollan a los pies de laderas de valles o laderas marginales de unidades geomorfológicas desarrolladas por procesos criogénicos en condiciones *Periglaciales*.

Cryopediment

Gently inclined erosion surfaces developed at the foot of valley sides or marginal slopes of geomorphological units developed by cryogenic processes under *Periglacial* conditions.

Criopeg (sin plural)

Es una capa de suelo descongelado perennemente criótica, pero que no se congela como resultado de la depresión del *Punto de Congelamiento*. Este último proceso se debe a la concentración de sólidos disueltos en el agua intersticial. Se reconocen tres tipos de criopeg en función a su posición con respecto al *Permafrost*.

- Criopeg basal, que es el que se forma en la *Base del Permafrost*;

- Criopeg aislado, que se encuentra enteramente rodeado por suelo perennemente congelado; y
- Criopeg marino, que se encuentra en terrenos congelados costeros o submarinos. Criopeg marinos pueden ser basales o aislados.

Cryopeg

A layer of *Unfrozen Ground* that is perennially cryotic (forming part of the *Permafrost*), in which freezing is prevented by freezing-point depression due to the dissolved-solids content of the pore water. Three types of *Cryopeg* can be distinguished on the basis of their position with respect to *Permafrost*:

- a basal *Cryopeg* forms the basal portion of the *Permafrost*;
- an isolated *Cryopeg* is entirely surrounded by perennially *Frozen Ground*; and
- a marine *Cryopeg* is found in coastal or subsea perennially *Frozen Ground*; marine *Cryopeg*s may also be basal and/or isolated.

REFERENCES: Tolstikhin and Tolstikhin, 1974.

Criósfera

Es la parte de la corteza terrestre (litósfera), hidrósfera y atmósfera sujeta a temperaturas bajo 0°C por al menos una parte del año. La *Criósfera* puede dividirse en criotmósfera, criohidrósfera (bancos de *Nieve*, *Glaciares*, *Hielo* de río, lago o mar) y criolitósfera (terreno perennemente o estacionalmente congelado, *Glaciares* de Escombros). Algunos autores excluyen la atmósfera terrestre y otros restringen el término *Criósfera* solamente a las regiones de la corteza terrestre que contengan *Permafrost*.

Cryosphere

That part of the earth's crust, hydrosphere and atmosphere subject to temperatures below 0°C for at least part of each year. The *Cryosphere* may be divided into the cryoatmosphere, the cryohydrosphere (*Snow Cover*, *Glaciers*, and river, lake and sea *Ice*) and the cryolithosphere (perennially and seasonally *Cryotic Ground*, *Rock Glacier*). Some authorities exclude the earth's atmosphere from the *Cryosphere*; others restrict the term *Cryosphere* to the regions of the earth's crust where *Permafrost* exists.

REFERENCES: Baranov, 1978; Trombotto and Ahumada, 2005.

Criosucción

Es la succión que se desarrolla en los suelos con materiales finos, en vías de congelarse, o parcialmente congelados, como resultado de las diferencias en su contenido de agua. La criosucción depende de la temperatura y ocurre en donde los gradientes de contenido de agua son suficientemente significativos, como para causar gradientes hidráulicos que inducen a la migración del agua intersticial desde el *Suelo no Congelado* hacia el suelo en congelación, a través de capas delgadas de agua líquida.

Cryosuction

A suction developed in freezing or partially frozen fine-grained materials as a result of temperature-dependent differences in unfrozen water content. *Cryosuction* occurs where gradients of the temperature-dependent unfrozen water content in a freezing or partially frozen fine-grained earth material cause hydraulic gradients large enough to induce migration of pore water from unfrozen soil into the partially frozen soil via unfrozen water films.

REFERENCES: Blanchard and Frémond, 1982.

Crioturbación (Figura 20, Figura 21)

Término general usado para describir todo movimiento de suelo debido a su *Congelamiento* independientemente de la presencia de *Permafrost*.

Estructuras irregulares formadas en materiales terrestres por la penetración profunda del *Frente de Congelamiento* y de los procesos asociados. Están caracterizados por capas y lentes plegados quebrados o dislocados compuestos por material no consolidado.

Nota: El *Levantamiento por Congelamiento* está comprendido dentro de la *Crioturbación*, también la consolidación por *Descongelamiento* y todos los movimientos diferenciales, incluyendo la expansión y contracción resultantes de cambios de temperatura y el crecimiento o desaparición de cuerpos de *Hielo* perennes o estacionales.

Cryoturbation (Figure 20, Figure 21)

(Singular) A collective term used to describe all soil movements due to *Frost Action* irrespective of the existence of *Permafrost*.

(Plural) Irregular structures formed in earth materials by deep *Frost Penetration* and *Frost Action* processes, and characterized by folded, broken and dislocated beds and lenses of unconsolidated deposits, included organic horizons and even bedrock.

Note: *Cryoturbation* encompasses *Frost Heave*, thaw settlement and all differential movements, including expansion and contraction due to temperature changes and the growth and disappearance of *Ground Ice* bodies, whether perennial or seasonal. Low temperatures alone are not enough to produce *Cryoturbation*; the water-ice phase change is necessary. *Cryoturbation* is an important process in the development of *Patterned Ground*.

REFERENCES: Washburn, 1979; Vandenberghe, 1988; Trombotto and Ahumada, 2005; French, 2007

Cuña de Hielo Activa

Una *cuña de Hielo* se denomina activa cuando crece como resultado del agrietamiento invernal, no necesariamente anual del *Hielo* de suelo dentro del *Permafrost*. Las *Cuñas de Hielo* activas se desarrollan generalmente en suelos minerales, principalmente en áreas con *Permafrost Continuo*.

Active Ice Wedge

An *Ice Wedge* is termed “active” if it is growing as a result of repeated (but not necessarily annual) winter cracking in *Ground Ice* containing *Permafrost*. *Active Ice Wedges* developed in mineral soil occur primarily in areas of *Continuous Permafrost*.

Cuñas de Hielo (Figura 22, Figura 23)

Es un cuerpo de *Hielo Macizo* en forma de cuña, cuyo ápice apunta hacia abajo. Está compuesta de bandas de *Hielo* blanco distribuidas verticalmente y en forma foliada. El tamaño de las *Cuñas de Hielo* varía entre 10 cm a más de 3 m de ancho en la superficie y disminuye considerablemente hasta llegar a ser un filo de *Hielo* a una profundidad entre 1 y 10 m.

Las *Cuñas de Hielo* se forman en *Grietas* de contracción térmica (Figura 33) en las que se deposita *Nieve* y se acumula agua de derretimiento durante la primavera. Posteriores ciclos de *Congelamiento* y *Descongelamiento* aumentan el ancho, y posiblemente la profundidad de la cuña. La expresión superficial de un conjunto de *Cuñas de Hielo* es una red poligonal. Se denominan cuñas activas a las cuñas que crecen en ancho y profundidad como resultado de los ciclos anuales repetitivos de *Congelamiento* y *Descongelamiento*. Las *Cuñas de Hielo* inactivas pueden ser estables y permanecer por varios siglos sin presentar mayores cambios. Las *Cuñas de Hielo* son más comunes de encontrar en ambientes árticos que montañosos debido a las diferencias en las propiedades del suelo, topografía y disponibilidad de agua.

Ice Wedge (Figure 22, Figure 23)

A massive, generally wedge-shaped body with its apex pointing downward, composed of foliated or vertically banded, commonly white *Ice*. The size of *Ice Wedges* varies from less than 10 cm to more than 3 m in width at the top, commonly tapering to a feather edge at a depth of 1 to more than 10 m.

Ice Wedges are formed in thermal contraction cracks (Figura 33) in which hoar frost forms and into which water from melting *Snow* penetrates in the spring. Repeated annual contraction cracking of the *Ice* in the wedge, followed by freezing of water in the crack, gradually increases the width (and possibly the depth) of the wedge and causes vertical banding of the *Ice* mass. The surface expression of *Ice Wedges* is generally a network of *Polygons*. *Ice Wedges* growing as a result of repeated winter cracking are called *Active Ice Wedges*. Inactive *Ice Wedges* can be stable and remain for many centuries without changing. *Ice Wedges* are more common in arctic environments than mountains due to differences in soil properties, topography and availability of water.

REFERENCES: Dostovalov and Popov, 1966; French, 2007; Washburn, 1979; Mackay and Matthews, 1983; Mackay, 1990.

Cuñas de Hielo Fósil (Moldes de Cuñas de Hielo; Pseudomorfos de Cuñas de Hielo)

(Figura 23)

Estructuras sedimentarias de episodios fríos pasados que representan los moldes o calcos de las antiguas cuñas de hielo, que han sido rellenas por sedimentos y que conservan la forma criogénica original. Indican paleotemperaturas media anuales entre -3.5 a -8°C dependiendo del material hospedante.

Fossil Ice Wedges (Figure 23)

Sedimentary structures of past episodes that show ancient wedges, which have been filled by sediments and ice preserving the original cryogenic form. Fossil ice wedges are an indicator for mean annual paleotemperatures between -3.5 and -8°C depending on the host material.

REFERENCES: Corte, 1967; Romanovskij, 1973.

Debilitamiento por Descongelamiento

Es la reducción de resistencia al corte debido a la generación y disipación lenta de las presiones intersticiales en exceso durante el *Descongelamiento* de suelos que contienen *Hielo*. Las consecuencias principales del Debilitamiento (de la *Debilitación*) por *Descongelamiento* son una reducción considerable de la capacidad de resistir carga y un incremento de la inestabilidad del suelo. Un suelo es estable en estado descongelado si es que no es afectado por debilitamiento por Descongelamiento.

Thaw Weakening

The reduction in shear strength due to the decrease in effective stresses resulting from the generation and slow dissipation of excess pore pressures when frozen soils containing *Ice* are thawing. The usual effects of *Thaw Weakening* are a significant decrease in bearing capacity and an increase in instability problems. A soil is called thaw stable if it is not affected by *Thaw Weakening*.

REFERENCES: Johnston, 1981.

Deformabilidad

Es la facultad de un material de cambiar su forma o tamaño bajo la influencia de un agente forzante externo o interno, tal como una fuerza, temperatura o presión intersticial.

Deformability

The ability of a material to change its shape or size under the influence of an external or internal forcing, such as stress, temperature, or pore pressure.

Degradación del Permafrost

Es una disminución natural, o artificialmente inducida del espesor o de la extensión superficial del *Permafrost*. La *Degradación del Permafrost* puede ser causada por un calentamiento climático o por cambios en las condiciones del terreno tales como la remoción de la cubierta de vegetación por fuego, o por una inundación, o por actividades humanas. Puede estar expresado como un engrosamiento de la *Capa Activa*, un aumento de la profundidad del *Topo de Permafrost*, una disminución de la profundidad de la *Base del Permafrost* o una reducción en la extensión superficial del *Permafrost*.

Permafrost Degradation

A naturally or artificially caused decrease in the thickness and/or areal extent of *Permafrost*. *Permafrost Degradation* may be caused by climatic warming or by changes in terrain conditions, such as disturbance or removal of an insulating vegetation layer by fire, or by flooding, or by human activity. It may be expressed as a thickening of the *Active Layer*, a lowering of the *Permafrost Table*, a rising of the *Permafrost Base*, or a reduction in the areal extent or the complete disappearance of *Permafrost*.

REFERENCES: Menezes Travassos et al., 2008; Trombotto and Borzotta, 2009.

Densidad del Suelo Congelado

Es la masa de una unidad de volumen de suelo o roca congelada.

Density of Frozen Ground

The mass of a unit volume of frozen soil or rock.

Descongelamiento del Suelo

Es el derretimiento del *Hielo de Suelo o Subterráneo*, comúnmente como resultado de un aumento de la temperatura.

Thawing (of Frozen Ground)

Melting of the *Ice in Frozen Ground*, usually as a result of a rise in temperature.

Discordancia de Descongelamiento

Es un límite, que a veces se identifica en suelos perennemente congelados, que representa la base de una *Capa Activa Relíctica*. Una *Discordancia de Descongelamiento* puede ser reconocida por diferencias en *Contenido de Hielo*, contenido de isótopos estables y patrones de concentraciones de minerales pesados y polen, por arriba o debajo de la discordancia.

Thaw Unconformity

A boundary sometimes identified in perennially *Frozen Ground*, representing the base of a *Relict Active Layer*, as well as the corresponding earlier *Permafrost Table*. A *Thaw Unconformity* may be recognized by differences in *Ice Contents*, stable isotope contents, and heavy mineral and pollen assemblages above and below the unconformity.

REFERENCES: Delorme et al., 1978; Mackay, 1978.

Domo de Congelamiento (Figura 24)

El término *Domo de Congelamiento* incluye a toda geoforma convexa sobre el terreno producto del *Congelamiento* del suelo y de la *Acumulación de Hielo* en el suelo resultante del movimiento de agua subterránea o migración de humedad. Se distinguen varios tipos de domos de *Congelamiento* según su estructura, duración y las características del *Hielo* que contienen. Algunos *Domos de Congelamiento* importantes son: *Domo de Congelamiento Estacional* con núcleo de *Hielo*, domos de icing, palsas, *Pingos*, *Pingo Atacamensis*.

Frost Mound (Figure 24)

Any mound-shaped landform produced by ground freezing combined with *Accumulation of Ground Ice* due to groundwater movement or the migration of soil moisture. Various types of *Frost Mounds*, (e.g., frost blisters, icing blisters, palsas and *Pingos*) can be distinguished on the basis of their structure and duration, and the character of the *Ice* contained in them.

REFERENCES: Porsild, 1938; Muller, 1943; Pollard and French, 1984; Buchroithner and Trombotto Liaudat, 2012.

Eisrinde

Parte superior del permafrost en donde se producen importantes procesos físico químicos, como así también criometeorización. Está sometida a cambios de volúmenes, crecimiento de lentes de hielo y disolución de los mismos.

Eisrinde

Ice-rich layer at the surface of permafrost (see also *Transition Layer*).

REFERENCES: Büdel, 1969.

Englazamiento

Es una superficie o ambiente que está o ha estado cubierta por un *Glaciar* en el pasado.

Glaciated

Land presently or formerly covered by any form of *Glacier* is said to be *Glaciated*.

Espesor de Capa Activa (Figura 1)

Es el espesor de la capa superficial del terreno que está sujeta a ciclos de *Congelamiento y Descongelamiento* en áreas con *Permafrost* subyacente. El espesor de la *Capa Activa* depende de factores como la temperatura del aire, presencia de vegetación, drenaje, tipo de suelo y roca (propiedades térmicas del suelo y la roca), contenido de agua, cubierta nival, pendiente y orientación. El espesor puede variar anualmente, principalmente debido a variaciones en la temperatura del aire, distribución de la vegetación y *Cobertura Nival*. El espesor de la *Capa Activa* incluye la capa más superficial del *Permafrost* cuando la salinidad o contenido de arcilla permite que ésta presente ciclos anuales de *Congelamiento y Descongelamiento*, aun cuando permanezca criótica.

Active Layer Thickness (Figure 2)

The thickness of the layer of the ground that is subject to annual thawing and freezing in areas underlain by *Permafrost*. The thickness of the *Active Layer* depends on factors such as the ambient air temperature, vegetation, drainage, soil or rock type (thermal properties of soil or rock), total water content, *Snow Cover*, and degree and orientation of slope. The thickness of the *Active Layer* can vary from year to year, primarily due to variations in the mean annual air temperature, distribution of soil moisture, and *Snow Cover*. The thickness of the *Active Layer* includes the uppermost part of the *Permafrost* wherever either the salinity or clay content of the *Permafrost* allows it to thaw and refreeze annually, even though the material remains cryotic ($T < 0^{\circ}\text{C}$).

REFERENCES: Muller, 1943; 1947; Williams, 1965; van Everdingen, 1985; Trombotto and Ahumada, 2005.

Espesor del Permafrost (Figura 1, Figura 3)

Es la distancia vertical entre el *Tope de Permafrost* y la *Base del Permafrost*.

Permafrost Thickness (Figure 2, Figure 4)

The vertical distance between the *Permafrost Table* and the *Permafrost Base*.

Fábrica Bandeada e Isobandeada

Es una fábrica micromorfológica característica del suelo que muestra una sucesión de bandas subhorizontales que resultan de los ciclos de *Congelamiento y Descongelamiento* acompañados de eluviación. Se la encuentra en domos de congelamiento y también relacionadas con procesos de desecación.

Banded Fabric

The presence of banded or isobanded structures in periglacial soils is one of the most frequent features to be discerned in the sub-soils of temperate soils that have formerly been subjected to glacial or periglacial influences. Preferential mobilization of fines to surmount banded sediments and pressure stress accumulation adjacent to melted lenses are the major processes causing the banded microstructure.

REFERENCES: Bunting, 1983.

Fábrica Criogénica Conglomerádica

Es una fábrica micromorfológica característica del suelo, resultante de los procesos de *Congelamiento* y *Descongelamiento*, en la cual las partículas más grandes se organizan en determinadas formas. Esta fábrica, encontrada en criosoles resulta de los procesos de *Congelamiento* y *Descongelamiento* acompañados probablemente con *Crioturbación*.

Conglomeric Cryogenic Fabric

A distinct soil micromorphology, resulting from the effects of freezing and thawing processes, in which coarser soil particles form compound arrangements. This fabric, found in cryosols, results from freeze-thaw processes probably accompanied by *Crioturbation*.

REFERENCES: Brewer and Pawluk, 1975; Pawluk and Brewer, 1975; Fox, 1983.

Fábrica Criogénica Fragmoidica (Figura 25)

Es una fábrica micromorfológica característica del suelo, resultante de los procesos de *Congelamiento* y *Descongelamiento*, en la cual las unidades son coalescentes o con puentes y las oquedades son planares. Esta fábrica se encuentra asociada en los Andes a suelos estructurados.

Fragmoidic Cryogenic Fabric (Figure 25)

It is a micromorphological soil structure, which is the result of *Freeze-Thaw Processes*, and in which the units are either coalescent or with bridges, and the voids are planar. Such structures can be found in the Andes, associated with patterned ground.

REFERENCES: Brewer and Pawluk, 1975; Pawluk and Brewer, 1975.

Factor n

Es la relación entre el Índice de Congelamiento o *Descongelamiento* de la superficie y el Índice de Congelamiento o *Descongelamiento* del aire. La diferencia entre la temperatura de la superficie del suelo y del aire es considerablemente afectada por condiciones climáticas, de superficie y subterráneas (por ejemplo: latitud, cubierta

de nubes, época del año, humedad relativa, velocidad del viento, tipo de superficie y propiedades del suelo).

Índice de congelamiento:

$$n_f = \frac{I_{sf}}{I_{af}} \quad \text{donde } I_{sf} = \text{índice de congelamiento de la superficie del suelo; } I_{af} = \text{índice de congelamiento del aire.}$$

Índice de Descongelamiento:

$$n_f = \frac{I_{st}}{I_{at}} \quad \text{donde } I_{st} = \text{índice de Descongelamiento de la superficie del suelo; } I_{at} = \text{índice de Descongelamiento del aire.}$$

N-Factor

The ratio of the surface freezing or *Thawing Index* to the air freezing or *Thawing Index*. The difference between air and surface temperatures at any specific time and location is greatly influenced by climatic, surface and subsurface conditions (e.g. latitude, cloud cover, time of day or year, relative humidity, wind speed, type of surface and thermal properties of the ground).

Freezing Index:

$$n_f = \frac{I_{sf}}{I_{af}} \quad \text{where } I_{sf} = \text{ground surface freezing index; } I_{af} = \text{air freezing index}$$

Thawing Index:

$$n_f = \frac{I_{st}}{I_{at}} \quad \text{where } I_{st} = \text{ground surface thawing index; } I_{at} = \text{air thawing index}$$

REFERENCES: Carlson and Kersten, 1953; Lunardini, 1978, 1981.

Flujo de Detritos / Colada de Barro (Figura 34)

Es una repentina y destructiva variante de deslizamiento de tierra, en el cual el material suelto, con más de un 50% de sus partículas de un tamaño mayor a la arena, es movilizado por saturación y fluye pendiente abajo por una pendiente, valle o quebrada. El descongelamiento de partes de una pendiente puede ser el proceso disparador del fenómeno. El contenido de sólidos de un *Flujo de Detritos* puede variar de 50 a más de 75% por volumen. Contenidos de sólidos menores puede resultar en flujos híper concentrados. Estos flujos pueden transportar enormes cascajos por largas distancias. Los flujos de detrito no son exclusivos de áreas con *Permafrost*.

Debris Flow (Figure 34)

A sudden and destructive variety of landslide, in which loose material in a channel, with more than 50% of particles larger than sand size, is mobilized by saturation and flows down a channel or canyon. The solid content of *Debris Flows* may range from 50% to over

75% by volume. Lesser solid content results in hyperconcentrated flows. *Debris Flows* may transport huge boulders over great distances. *Debris Flows* occur in *Permafrost* and non-*Permafrost* areas.

REFERENCES: Trombotto and Ahumada, 2005.

Flujo o Calor Geotérmico

Es la cantidad de calor que fluye constantemente desde el interior de la Tierra hacia el exterior, por unidad de área y por unidad de tiempo. Se expresa comúnmente en Joule por metro cuadrado por segundo.

Geothermal Heat Flux

The amount of heat moving outward from the interior of the earth through a unit area in unit time. Commonly expressed as joules per square metre per second.

Formas de Soliflujión (Figura 55, Figura 56)

Son geoformas que varían en escala y son producto de los procesos de *Soliflujión*.

Algunas de las *Formas de Soliflujión* más comunes son:

- **Capas de *Soliflujión*:** Es un depósito de sedimentos locales, no seleccionado, saturado en agua, que se mueve pendiente abajo. Líneas o bandas de piedra, seleccionadas o no, pueden estar presentes en sus superficies.
- **Lóbulo de *Soliflujión*:** Es una forma aislada lobada, con forma de lengua, de hasta 25 m de ancho y 150 m o más de largo. Es formada por un proceso solifluidal lento (cm/a) en laderas que presentan cambios de pendiente (entre 15° - 60°) y una superficie suave.
- **Terrazas de *Soliflujión*:** Son geoformas criogénicas escalonadas de frentes rectos o lobados que reflejan diferencias en sus valores de movimiento. Esta geoforma puede desarrollarse sobre suelos desnudos, en las pendientes, o formar protuberancias bajo la presencia de suelos orgánicos, que se desarrollan tanto en suelos con procesos criogénicos estacionales como en suelos con *Congelamiento* permanente. Cuando las terrazas de *Soliflujión* se desarrollan sobre suelos vegetados suelen denominarse guirnaldas o terrazas con frentes vegetados, cuando los frentes lo conforman clastos y rocas se denominan terrazas con frentes de piedra.

Solifluction Features (Figure 55, Figure 56)

Geomorphological features of varying scale produced by the process of *Solifluction*.

Typical *Solifluction Features* include:

- *Solifluction* apron - a fan-like deposit at the base of a slope;
- *Solifluction* lobe - an isolated, tongue-shaped feature, up to 25 m wide and 150 m or more long, formed by more rapid *Solifluction* on certain sections of a slope showing variations in gradient; commonly has a steep (15°- 60°) front and a relatively smooth upper surface.

- *Solifluction* sheet - a broad deposit of non-sorted, water-saturated, locally derived materials that is moving or has moved downslope. Sorted and/or non-sorted stripes are commonly associated with *Solifluction* sheets.
- *Solifluction* terrace - a low step, or bench, with a straight or lobate front, the latter reflecting local differences in rate of flow. A *Solifluction* terrace may have bare mineral soil on the upslope part and 'folded-under' organic matter in both the seasonally thawed ground and the *Frozen Ground*. Those covered with a vegetation mat are called "turf-banked terraces"; those that are stony are called "stone-banked terraces".

REFERENCES: Brown, 1969; Benedict, 1970; Washburn, 1979; Trombotto, 1991; Trombotto and Ahumada, 2005.

Franja de Congelamiento

En un suelo en congelación, la *Franja de Congelamiento* es la zona entre la isoterma más cálida, en donde *Hielo de Suelo* o *Subterráneo* existe, y la isoterma en la cual los lentes de *Hielo* más cálidos se encuentran en crecimiento.

Frozen Fringe

The zone in a freezing, frost-susceptible soil between the warmest isotherm at which *Ice* exists in pores and the isotherm at which the warmest *Ice* lens is growing.

REFERENCES: Miller, 1972; Konrad and Morgenstern, 1983.

Frente de Congelamiento

Es el frente que avanza en profundidad, entre el *Suelo congelado* (o parcialmente congelado) y el *Suelo no Congelado*. En el caso común, en donde la *Capa Activa* se extiende hasta el tope del *Permafrost*, dos frentes de *Congelamiento* podrán ser observados durante el *Congelamiento* anual del suelo. Uno se mueve hacia abajo desde la superficie del terreno y el otro lo hace hacia arriba desde el tope del *Permafrost*. El *Frente de Congelamiento* puede no coincidir con la isoterma 0°C (*Criofrente*) debido a depresiones del *Punto de Congelamiento*.

Freezing Front

The advancing boundary between frozen (or partially frozen) ground and *Unfrozen Ground*. In the usual case, where the *Active Layer* extends to the *Permafrost Table*, two *Freezing Fronts* will be present during annual freezing of the ground, one moving downward from the ground surface, the other moving upward from the *Permafrost Table*. The *Freezing Front* may not coincide with the 0°C isotherm (*Cryofront*) due to freezing-point depressions.

REFERENCES: Corte, 1962a; Mackay, 1974a; van Everdingen, 1976.

Fusión de la Nieve

Es el derretimiento de la cubierta de *Nieve* y también el período de tiempo durante el cual sucede. El derretimiento de la cubierta de *Nieve* ocurre al final del invierno.

Snowmelt

Melting of the *Snow Cover*, and also the period during which melting of the *Snow Cover* occurs at the end of the winter.

Gaps (Figura 26)

Espacios que rodean los clastos que fueron levantados por el fenómeno del congelamiento nocturno o diurno.

Gaps (Figure 26)

Elevated areas around clasts that form by *Frost Action*.

REFERENCES: Washburn, 1979.

Gelifluxión (Figura 27)

Es el movimiento lento y pendiente abajo, de materiales no congelados sobre un sustrato congelado. La *Gelifluxión* es un tipo de *Solifluxión* que involucra la presencia de *Congelamiento Estacional* o *Permafrost*.

Gelifluction (Figure 27)

The slow downslope flow of unfrozen earth materials on a frozen substrate. *Gelifluction* is a type of *Solifluction* implying the presence of either *Seasonal Frost* or *Permafrost*.

REFERENCES: Washburn, 1979.

Gelifracción / Gelivación (Figura 28)

Es la desintegración mecánica de la roca como resultado de la presión del agua congelada en los poros y a lo largo de los contornos de los granos de sedimento. El *Congelamiento* del agua que es atraída hacia los poros por fuerzas de tensión superficial ejerce suficiente presión como para separar los granos de sedimento. La *Gelifracción* puede ser el proceso erosivo dominante en regiones de alta montaña, particularmente en áreas con ciclos frecuentes de *Congelamiento* y *Descongelamiento*, y de tipos de rocas frágiles o previamente fracturadas.

Frost Shattering (Figure 28)

The mechanical disintegration of rock by the pressure of the freezing of water in pores and along grain boundaries. Freezing of the water drawn between the grains by various particle surface forces exerts sufficient differential pressure to loosen and separate

the grains. *Frost Shattering* may be the dominant weathering process in high mountain regions, particularly in areas with frequent *Freeze-Thaw Cycles* and heavily jointed and weak rock types.

Gelireptación

Es el desplazamiento neto, ladera abajo, que ocurre cuando un suelo durante un *Ciclo de Congelamiento y Descongelamiento*, se levanta perpendicularmente a la superficie del terreno y se asienta en una dirección casi vertical.

Frost Creep

The net downslope displacement that occurs when a soil, during a freeze-thaw cycle, expands normal to the ground surface and settles in a nearly vertical direction.

REFERENCES: Washburn, 1979.

Geociología

Es el estudio de los materiales terrestres a temperaturas bajo 0°C. Es la ciencia que estudia el ambiente y la ecología de las regiones frías, los procesos naturales, geológicos y físico químicos que se relacionan con los ciclos de *Congelamiento y Descongelamiento*, con el *Permafrost* y la relación de éstos fenómenos con las actividades humanas.

Geocryology

The study of earth materials including rock at temperatures below 0°C. It is the science that studies the environment and ecology of cold regions, the natural, geological, physical and chemical processes related to the freezing-thawing cycles, and the relationship with *Permafrost* and human activities.

REFERENCES: Baer, 1843; Poppe and Brown, 1976; Washburn, 1979; Trombotto, 2000.

Glaciar (Figura 29)

Es una masa de *Hielo* que se origina en la tierra en contraposición al *Hielo* marino, que suele tener una superficie mayor que una décima parte de un kilómetro cuadrado (10 ha). Muchos autores creen que un *Glaciar* debe mostrar algún tipo de movimiento o evidencia de deformación; otros creen que un *Glaciar* puede mostrar evidencia de movimiento pasado o presente. Normalmente, los primeros buscan diferenciar en un glaciar la rimaya o Bergschrund, crevasses y séracs. Mientras las grietas o crevasses indican el movimiento del glaciar, y son grietas transversales, por extensión longitudinal del cuerpo de hielo, las grietas longitudinales suceden por extensión transversal. Por otro lado, las ojivas son las formas que delatan movimientos compresivos y superposiciones de diferentes niveles de hielo por diferentes velocidades. Los glaciares pueden presentar una estratificación con capas de

hielo y sedimento alternado, como también foliación, que es una diferenciación de capas de firnificación de acuerdo a su contenido de burbujas de aire y estructura cristalina. Cuando un nivel posee más burbujas las capas son más blancas, cuanto menos son más azuladas.

Las principales formas de cuerpos de hielo son: inlandsis ($> 1 \text{ M km}^2$), campos o calotas de hielo ($< 1 \text{ M km}^2$) como los Campos de Hielo Patagónico Norte y Sur, y *mantos o casquetes de Hielo que pueden ser clasificados si cubren altas o bajas alturas (cuencas montañosas), o si cubren plateaus*. También pueden mencionarse como cuerpos de hielo, las plataformas o barreras de Hielo y las *banquisas o hielo marino, de las cuales hay una clasificación numerosa y compleja. Por último, los glaciares sensu stricto pueden diferenciarse en los siguientes;*

Glaciar de descarga: Proviene de un casquete de hielo o campo de hielo y presenta forma de glaciar de valle. La cuenca hidrológica asociada puede no estar claramente delimitada.

Glaciar de valle: Fluye valle abajo y generalmente tiene una cuenca hidrológica asociada bien delimitada.

Corrientes de hielo: Son cuerpos de hielo, con mayor velocidad que el hielo del entorno. Es como un tipo de glaciar de descarga, que baja con forma lingüiforme pendiente abajo y gran velocidad a partir de los inlandsis o casquetes de hielo.

Glaciar de piedemonte: Fluyen desde las montañas hacia la llanura.

Glaciares colgantes: Cuerpos de hielo que cuelgan de las laderas, como en la pared sud del Aconcagua.

Glaciares reconstituidos: Glaciar que se forma a partir de un glaciar colgante, por acumulación de hielo caído, regelacion y también por avalanchas.

Glaciar de montaña: Puede ser del tipo circo, nicho, cráter o colgante. Incluye apron de hielo y unidades más pequeñas. No tienen una lengua definida.

Glaciaretes y Manchónes de nieve perennes: Son masas de hielo pequeñas emplazadas en espacios cóncavos, cuencas de ríos y en pendiente protegidas. Los manchones de nieve perennes se han desarrollado como resultado de redistribución de nieve por viento, avalanchas o acumulaciones considerables durante ciertos años. Usualmente no tienen patrones de flujo marcados y permanecen por al menos dos años. El glaciarrete, también llamado helero, es un cuerpo de *hielo* que no presenta rimaya o crevasses, podría ser un relicto de la Última Glaciación, se supone que no posea grietas de tracción, ni señales de movimiento, pero sí la herencia de bandeamientos glaciares.

Glacier (Figure 29)

A mass of *Ice* that originates on land, usually having an area larger than one tenth of a square kilometre (10 ha). Many authors believe that a *Glacier* must show some type of movement or signs of deformation; others believe that a *Glacier* can show evidence of past or present movement. Principle forms of *Glaciers* are: *Ice Sheets*, ice shelves, *Ice Caps*, icefields, ice streams, piedmont *Glaciers*, and various types of mountain *Glaciers*.

Outlet Glacier: Drains an ice sheet, ice field or ice cap, usually of valley glacier form; the catchment area may not be clearly delineated.

Valley Glacier: Flows down a valley; the catchment area is well defined.

Mountain glacier: Cirque, niche or crater type, hanging glacier; includes ice aprons and groups of small units.

Glacieret and Snow Patches: Small ice masses of indefinite shape in hollows, river beds and on protected slopes, which has developed from snow drifting, avalanching and/or especially heavy accumulation in certain years; usually no marked flow pattern is visible; exists for at least two consecutive summers.

REFERENCES: UNESCO/IAHS, 1970; Armstrong et al., 1973.

Glaciar de Escombros (Figura 30, Figura 31, Figura 50)

Un *Glaciar de escombros*, también denominado *glaciar rocoso* o *litoglaciar*, es una masa de fragmentos o bloques de roca y material fino que yace en una pendiente y contiene *Hielo Intersticial* o partes con *Hielo Macizo* y presenta evidencias de movimiento pasado o presente. El *Glaciar de Escombros* es una mesoforma criogénica de *Permafrost de Montaña*, sobresaturada en *Hielo* que, si es activa, se mueve pendiente abajo por gravedad, reptación y deformación del *Permafrost*.

Los *Glaciares* de escombros no se forman donde no hay suficiente humedad como para formar *Hielo Intersticial* que permita la deformación y movimiento de la geoforma. Se piensa que algunos *Glaciares* de escombros se formaron, al menos parcialmente, por el enterramiento de *Hielo* glacial. Los *Glaciares* de escombros activos presentan frentes de alta pendiente con ángulos mayores a los de reposo. Se dice que un *Glaciar* de escombros está inactivo cuando cesa su movimiento. La mayoría presentan crestas transversales en su superficie.

En general tienen forma de lengua o lóbulo con morfologías superficial similares a la de una colada de lava. Sin embargo, sobre todo, en los Andes Centrales pueden alcanzar morfologías muy complejas, con zonas de aporte o de generación de cuencas compuestas y el desarrollo de más de un lóbulo frontal o una superposición de varios lóbulos.

Rock Glacier (Figure 30, Figure 31, Figure 50)

A mass of rock fragments and finer material, on a slope, that contains either interstitial *Ice* or an *Ice* core and shows evidence of past or present movement. It is a cryogenic landform, supersaturated with *Ice* that if active, moves down slope by the influence of gravity which produces *Creep* and deformation of the *Mountain Permafrost*.

Rock Glaciers do not form where there is insufficient moisture to form the interstitial *Ice* that permits movement of the mass. Some are believed to have been formed, at least partly, by burial of *Glacier Ice*. *Active Rock Glaciers* possess steep fronts with slope angles greater than the angle of repose. *Rock Glaciers* are said to be inactive when the main body ceases to move. Most *Rock Glaciers* have transverse ridges and furrows on their surface.

In general, *Rock Glaciers* present a lobate shape with surficial morphology similar to a lava flow. However, especially in the central Andes, the morphologies can be consider-

ably complex with multiple basins contributing material and the superposition of two or more lobes.

REFERENCES: Capps, 1910; White, 1976b; Washburn, 1979; Haeberli, 1985; Barsch, 1996; IANIGLA and CONICET, 2010; Gorbunov and Gorbunova, 2010.

Glaciar de Escombros Activo (Figura 30, Figura 31)

El *Glaciar* de escombros es una mesoforma criogénica con *Permafrost de Montaña*, sobresaturada de *Hielo* que, si es activa, se mueve pendiente abajo por gravedad y por reptación y deformación del *Permafrost*. Se denominan *Glaciares* de escombros criogénicos aquellos formados por el material criogénico que viene de las canaletas de avalanchas nivodetríticas en donde se origina *Hielo* que perdura cubierto y en la matriz de los criosedimentos en un ambiente de tipo *Periglacial*. Son crioformas lobadas o con forma de lengua. Los *Glaciares* de escombros glaciogénicos, con forma de lengua o espatulados, en cambio, se encuentran donde estuvieron los *Glaciares* o en donde terminan sus lenguas actuales. Estos últimos suelen tener una zona de periglaciación, a partir de la cual till y/o criosedimentos reciben la influencia o la inyección del *Hielo* glaciario. Son típicos, también en los Andes, glaciares de escombros complejos o combinados, es decir crioformas que presentan la génesis de los dos tipos mencionados. Los glaciares de escombros pueden ser una sola unidad o estructura, o componerse, en cambio, de varias partes o unidades, por lo cual se los denomina de multiunidad. En estos últimos es posible que unidades activas se combinen con otras no activas. Una particularidad de los glaciares de escombros activos es que sus frentes o narices presenten pendientes mayores de 35° y muestren claramente el fenómeno de Selección Vertical. Las superficies de los glaciares de escombros activos no están vegetadas y muestran arrugas perpendiculares y paralelas al flujo de la crioforma, las primeras son llamadas arcos y las segundas crestas, ambas normalmente limitadas por depresiones o surcos. La zona de alimentación suele denominarse raíz. Los glaciares de escombros pueden componerse de una o varias raíces, estos últimos se los denomina multiraíz. Se denominan glaciares de escombros coalescentes a aquellos en los cuales sus cuerpos se juntan uno al lado del otro.

Active Rock Glacier (Figure 30, Figure 31)

A mass of rock fragments and finer material, generally on a slope, that contains either an *Ice* core or interstitial *Ice*, and shows evidence of on-going movement. *Active Rock Glaciers* possess steep fronts with slope angles that approach or exceed the angle of repose.

REFERENCES: White, 1976b; Washburn, 1979; Haeberli; Barsch, 1996; Trombotto et al., 1999; Trombotto, 2000; 2007; Trombotto and Borzotta, 2009; Gorbunov, 2011.

Glaciar de Escombros Inactivo

Es un cuerpo de fragmentos de roca y material fino, en pendiente, que está congela-

do y contiene diferente tipos de *Hielo*. El *Glaciar de Escombros Inactivo* ha cesado de moverse y muestra evidencia de movimientos pasados pero no presentes. Mientras su frente presenta una pendiente menor de 30°, su superficie ya es caótica con depresiones y señales de colapsos. La *Capa Activa* de un *Glaciar de Escombros Inactivo* es probablemente más gruesa que la *Capa Activa* de uno activo emplazado a una altitud equivalente. La inactividad es generalmente resultante de tendencias de calentamiento que han causado una disminución del *Contenido de Hielo* de suelo.

Inactive Rock Glacier

A mass of rock fragments and finer material, on a slope, that contains either an *Ice* core or interstitial *Ice*, and shows evidence of past, but not present, movement. *Rock Glaciers* are said to be inactive when their main body ceases to move, and they show no evidence of very recent movement. The *Active Layer* of an *Inactive Rock Glacier* is likely to be thicker than that of an *Active Rock Glacier* at the same elevation band. Inactivity is usually caused by a warming climate causing a decrease in *Ground Ice Content*.

REFERENCES: White, 1976b; Washburn, 1979; Barsch, 1996; Trombotto, 1996; Trombotto et al., 1999.

Glaciar de Escombros Relíctico o Fósil

Una masa de fragmentos de roca y material más fino, en una ladera, que muestra evidencias del último movimiento, pero que ya no contiene ningún *Hielo de Suelo* o *Subterráneo*. Su superficie ya se encuentra vegetada y sus frentes presentan ángulos menores de 20°.

Relict Rock Glacier (sometimes Fossil Rock Glacier)

A mass of rock fragments and finer material, on a slope, that shows evidence of past movement, but does no longer contain any *Ground Ice*.

Gradiente Geotérmico (Figura 1)

Es la tasa de aumento de temperatura subterránea en función de la profundidad.

Geothermal Gradient (Figure 2)

The rate of temperature increase with depth in the subsurface.

Grado-Día (Centígrado o Fahrenheit)

Unidad usada para expresar la desviación de la temperatura media de un día en particular con respecto a una temperatura de referencia dada. El Índice de Congelamiento y el Índice de Descongelamiento son expresados en grados-día con respecto a una temperatura de referencia de 0°C (32°F). La unidad de medida es grado-día Celsius o grado-día Fahrenheit (véase Índice de Congelamiento).

Degree-Day (Centigrade or Fahrenheit)

A unit of measurement to express the departure of the mean temperature for a day from a given References (or base) temperature. The *Freezing Index* and the *Thawing Index* are expressed in degree-days with respect to a References temperature of 0°C (32°F); units: degree-day Celsius or degree-day Fahrenheit. (see *Freezing Index*)

REFERENCES: Boyd, 1979.

Grèzes Litées (Figura 32)

Un corte transversal en pendientes y valles periglaciales andinos puede mostrar muchas veces una alternancia del detrito en forma estratificada en pendiente, es el denominado Grèzes Litées de la literatura especializada. Esta estructura consiste en capas de sedimentos alternados, depositados en pendiente, diferenciadas granulométricamente, en las cuales los ejes mayores de los clastos gruesos están orientados pendiente abajo. Trombotto (1991) presentó diferentes génesis posibles para tales estructuras en las pendientes periglaciales de los Andes Centrales, en donde la crioclastesis y los procesos nivales tienen un rol determinante.

Stratified Slope Waste Deposits (Figure 32)

A cross-section of periglacial slopes and valleys that shows several alternations of slope stratifications is called stratified slope waste deposits in some literature. These slopes consist of alternating deposited fine and coarse sediments that are oriented downhill. Trombotto (1991) presented different possible genesis for such structures in the periglacial slopes of the Central Andes.

REFERENCES: Trombotto, 1991; Corte, 1997.

Hielo (Figura 37)

Es agua en estado sólido. El *Hielo* se encuentra generalmente como cristales hexagonales. En áreas de *Permafrost*, se puede encontrar en los intersticios del suelo o la roca en variadas formas. El *Hielo* es generalmente transparente o puede presentar un color azul pálido o verde azulado. También puede parecer blanco debido a inclusiones de burbujas de aire, como también negro en algunos casos de exposiciones y sedimentos.

Ice (Figure 37)

Water in solid state. *Ice* commonly occurs as hexagonal crystals. In *Permafrost* regions, *Ice* may occupy voids in soils and rocks and may develop in a variety of forms. *Ice* may be colourless to pale blue or greenish-blue. It may appear white due to included gas bubbles; in exposures, *Ground Ice* may also appear black.

Hielo Agradacional

Es el *Hielo* adicional del suelo formado como resultado directo de la *Agradación del Permafrost*. Lentes de *Hielo* se forman estacionalmente, especialmente en la parte más baja de la *Capa Activa* y pueden ser incorporados al *Permafrost* si no se derriten en un periodo determinado de años.

Aggradational Ice

Ground Ice formed as a direct result of *Permafrost Aggradation*. *Ice* lenses form seasonally, especially in the lower part of the *Active Layer*, and can be incorporated into the *Permafrost* if they do not melt over a period of years.

REFERENCES: Mackay, 1972b; Cheng, 1983.

Hielo Cemento o Hielo Matriz (Figura 35)

El hielo que se encuentra en la matriz sedimentaria con permafrost cementando los sedimentos por ejemplo en una pendiente detrítica criogénica o en un glaciar de escombros.

Ice Matrix (Figure 35)

Excess ice that acts as cementation of the soil particles, typically within coarser permafrost sediments, such as in colluvial slopes or *Rock Glaciers*.

Hielo de Segregación, Segregacional, o de Taber

Hielo en forma de capas o lentes discretos formados por *Segregación de Hielo*. Su espesor puede variar desde fracciones de milímetros hasta 10 m. Ocurre generalmente en capas alternadas de suelo y *Hielo*.

Segregated Ice

Ice in discrete layers or *Ice* lenses, formed by *Ice Segregation*. It can range in thickness from hairline to more than 10 m. It commonly occurs in alternating layers of *Ice* and soil.

REFERENCES: Taber, 1929; Mackay, 1966; Penner, 1972; Trombotto and Ahumada, 2005.

Hielo de Suelo o Subterráneo (Figura 7, Figura 8, Figura 35, Figura 38)

Es un término general que se refiere a todo tipo de *Hielo* contenido en un *Suelo congelado* o en *Congelamiento*. El *Hielo de Suelo o Subterráneo* se presenta en intersticios, cavidades o cualquier otro espacio abierto dentro del suelo, e incluye *Hielo Macizo*. Generalmente se excluye de la definición el *Hielo enterrado*. El *Hielo de Suelo o Subterráneo* puede ser epigenético o singenético, contemporáneo o relíctico, agradacional o degradado, perenne o estacional. Puede encontrarse en forma de lentes, cuñas,

venas, capas, masas irregulares o cristales individuales. El *Hielo de Suelo o Subterráneo* perenne solo se encuentra en *Permafrost*.

Ground Ice (Figure 7, Figure 8, Figure 35, Figure 38)

A general term referring to all types of *Ice* contained in freezing and *Frozen Ground*. *Ground Ice* occurs in pores, cavities, voids or other openings in soil or rock and includes *Massive Ice*. It generally excludes *Buried Ice*. *Ground Ice* may be *epigenetic* or *syngenetic*, contemporaneous or relict, aggrading or degrading, perennial or seasonal. It may occur as lenses, wedges, veins, sheets, seams, irregular masses, or as individual crystals or coatings on mineral or organic particles. Perennial *Ground Ice* can only occur within *Permafrost* bodies.

REFERENCES: Mackay, 1972b; van Everdingen, 1998.

Hielo en Exceso (Figura 7)

Es el volumen de *Hielo* en el suelo que excede el volumen intersticial total que el suelo poseería en condiciones naturales no congeladas. Debido a la presencia de *Hielo de Suelo o Subterráneo*, el contenido de agua total de un suelo puede exceder su capacidad intersticial máxima en estado descongelado. La terminología estándar geotécnica considera a un suelo normalmente consolidado cuando su volumen intersticial total o su contenido de agua total están en equilibrio con los esfuerzos de gravedad. Como resultado de esto último, la descongelación de un suelo con *Hielo en Exceso* promoverá su asentamiento por gravedad, hasta que logre llegar a su estado de consolidación normal.

Excess Ice (Figure 8)

The volume of ice in the ground that exceeds the total pore volume that the ground would have under natural unfrozen conditions. Due to the presence of **Ground Ice**, the total water content of a frozen soil may exceed that corresponding to its unfrozen state. In standard geotechnical terminology, a soil is considered normally consolidated when its total pore volume or its total water content is in equilibrium with the acting gravity stresses. As a result, upon thawing, a soil containing **Excess Ice** will settle under its own weight until it attains normal consolidation.

Hielo Enterrado (Figura 36)

Es el *Hielo* formado o depositado en la superficie del terreno y que más tarde fue cubierto por sedimentos. El *Hielo enterrado* es comúnmente compuesto por *Hielo Glaciar* enterrado o bancos de *Nieve* o avalanchas de *Nieve* enterradas. Así mismo, pero menos comúnmente, el *Hielo enterrado* puede provenir de *Hielo* de lago, río, mar o *Ice*s.

Buried Ice (Figure 36)

Ice formed or deposited on the ground surface and later covered by sediments. *Buried Ice* likely represents buried *Glacier Ice* or buried *Snowdrift* or avalanche *Snow*; or less likely, lake, river or sea *Ice*, or *Ice* lenses.

Hielo Intersticial (Figura 38)

Es el *Hielo* presente en los intersticios del suelo o roca. El término *Hielo Intersticial* no incluye el *Hielo* de segregación. Durante el *Descongelamiento del Suelo*, el derretimiento del *Hielo Intersticial* no produce agua en exceso a causa del volumen presente de poros del suelo que no estuvo congelado.

Pore Ice (Figure 38)

Ice occurring in the pores of soils and rocks. *Pore Ice* does not include *Segregated Ice*. Upon melting, *Pore Ice* does not yield water in excess of the pore volume of the same soil when unfrozen.

REFERENCES: Brown and Kupsch, 1974; Johnston, 1981.

Hielo Intrusivo

Es el *Hielo* formado por agua inyectada en suelos o rocas.

Intrusive Ice

Ice formed from water injected into soils or rocks.

REFERENCES: Mackay, 1972b; Dyke, 1981.

Hielo Macizo (Figura 7, Figura 22, Figura 35)

Término usado para describir grandes masas de *Hielo de Suelo* o *Subterráneo*, incluyendo *Cuñas de Hielo*, *Hielo enterrado* y grandes lentes de *Hielo*.

Massive Ice (Figure 7, Figure 22, Figure 35)

A comprehensive term used to describe large masses of *Ground Ice*, including *Ice Wedges*, *Buried Ice* and large *Ice* lenses.

REFERENCES: Rampton and Mackay, 1971; Mackay, 1971, 1973a.

Hielo Muerto (Figura 36)

Es cualquier parte de un *Glaciar* que ha dejado de fluir o reptar bajo la dinámica glaciaria, aunque si interactúa con criosedimentos dentro del ambiente periglacial,

algunos autores piensan que puede actuar como hielo de inyección o como originador de hielo de recongelamiento. El *Hielo Muerto* normalmente se encuentra cubierto por material morénico, en donde él no puede verse o reconocerse fácilmente. Puede estar contenido en ciertos lugares de los glaciares de escombros glaciogénicos multiunidad y por debajo de la zona de periglaciación.

Dead Ice (Figure 36)

Any part of a *Glacier* which has ceased to flow or *Creep*. *Dead Ice* is usually covered with morainal deposits and the underlying *Ice* may not be visible or easily recognizable.

REFERENCES: Trombotto et al., 2008.

Hielo Relíctico

Es el *Hielo* formado en un tiempo geológico pasado (típicamente del Cuaternario o Holoceno temprano), pero que todavía permanece como tal.

Relict Ice

Ice formed in, and remaining from, the geologically recent (typically the late Quaternary or early Holocene) past.

REFERENCES: Mackay et al., 1972b; Mackay, 1975.

Horizonte Cero

El *Horizonte Cero* resulta de la disipación del *Calor Latente* de fusión del agua que presenta un suelo durante su *Congelamiento* (ocasionalmente también durante el *Descongelamiento*). Desde un punto de vista espacial se lo puede ubicar en donde la temperatura permanece cercana a 0 °C y como fenómeno implica diferentes tiempos de duración (días, semanas), dependiendo del contenido total del agua en el suelo, si hay *Cobertura Nival* y de la temperatura del aire. El *Horizonte Cero* es muy importante de conocer en las regiones *Periglaciales* con trabajos de ingeniería porque expresa mejor el régimen térmico de la *Capa Activa* y *Permafrost*.

Zero Curtain

The persistence of a nearly constant temperature, very close to the *Freezing Point*, during annual freezing (and occasionally during thawing) of the *Active Layer*. The *Zero Curtain* results from the dissipation of the *Latent Heat* of fusion of water during freezing or thawing of the ground. It can persist for several hours or several weeks depending largely on the total water content of the ground, *Snow Cover* and air temperatures.

REFERENCES: Sumgin et al., 1940; Brewer, 1958; Washburn, 1979; Outcalt et al., 1990; French, 2007.

Icing (Figura 41)

En alemán, y también en la literatura internacional, se lo denomina "Aufeis". En castellano "río de hielo" o "flujo congelado". Es un hielo de tipo superficial o extrusivo formado por agua de fusión nival, desbordes u oscilaciones de corrientes de agua. Pueden presentarse en diferentes capas de acumulación anual. Una variación simple lo constituye el "Glatt-Eis" o "Blitzeis" que es un hielo que se forma cuando después de una lluvia o llovizna la temperatura del aire pasa a estar por debajo de 0°C, por la cual se hace una capa de hielo sobre el piso y es muy peligroso por su carácter resbaladizo, tanto para el caminante, como para cualquier medio de movilidad. Mientras el término alemán "Glatt-Eis" se refiere a las características resbaladizas de este tipo de hielo, el segundo nombre "Blitzeis" alude a la velocidad de su manifestación.

Icing (Figure 41)

A sheetlike mass of layered ice formed on the ground surface, or on river or lake ice, by freezing of successive flows of water that may seep from the ground, flow from a spring or emerge from below river or lake ice through fractures.

Icings, also known as glaciation, may also occur in non-permafrost areas. In North America the term "icing" is gradually replacing a variety of terms used in the past. Aufeis (German), flood ice, flood-plain icing, ice field, naled (Russian) and overflow ice usually indicated icings formed on river ice and floodplains. Chrystocrene (or crystocrene), ground icing, groundwater icing and spring icing usually indicated icings formed by freezing of ground-water discharge. Use of the term "glacier" to describe icings, is inappropriate and should be avoided.

REFERENCES: von Middendorf, 1844; Catalano, 1930; Muller, 1943; Corte, 1997; Carey, 1970, 1973; Trombotto and Ahumada 2005.

Índice de Congelamiento

Es el número acumulado de grados-día bajo 0°C durante un tiempo determinado. Se reconocen cuatro tipos principales.

- Índice de Congelamiento aproximado: Se calcula basado en la temperatura del aire promedio mensual para una estación específica sin incluir correcciones por grados-día positivos ($T > 0^\circ\text{C}$) en primavera u otoño.

$$I_{af} = \sum NT$$

donde N = número de días en el mes para los meses que presentan una temperatura mensual promedio bajo 0°C durante un año completo.

T = temperatura promedio mensual.

- Índice de Congelamiento anual total: Se calcula sumando todas las temperaturas promedio diarias negativas del aire para una estación en particular durante un año calendario.

$$I_{af} = \sum T$$

donde T = temperatura promedio diaria del aire (°C) bajo 0°C por un año calendario completo.

- Índice de Congelamiento Estacional: Se calcula como la suma aritmética de todas las temperaturas del aire promedio diario (negativas y positivas) para una estación en particular durante el período de tiempo entre el punto más alto en el otoño y el punto más bajo de la siguiente primavera en la curva temporal acumulada de grados-día.

$$I_{af} = \sum T$$

donde T = temperatura promedio diaria del aire (°C) durante el período de tiempo entre la temperatura más alta de otoño y la temperatura más baja de primavera.

- Índice de Congelamiento de diseño: Se calcula tomando el promedio de los índices de *Congelamiento Estacional* para los tres inviernos más fríos durante los últimos 30 años de registro. Si no existen datos sobre los últimos 30 años, el índice estará basado en el invierno más frío de los últimos 10 años (U.S. Army/Air Force, 1996).

Freezing Index

The cumulative number of degree-days below 0°C for a given time period.

Four main types of air freezing indices have been used:

- Approximate *Freezing Index* - calculated from the mean monthly air temperatures for a specific station without making corrections for positive degree-days ($T > 0^\circ\text{C}$) in spring and fall (Boyd, 1979);

$$I_{af} = \sum NT$$

where N = number of days per month for months with a mean monthly temperature below 0°C during one complete year.

T = mean monthly temperature.

- Total annual *Freezing Index* - calculated by adding all the negative mean daily air temperatures (°C) for a specific station during a calendar year (Harris, 1981);

$$I_{af} = \sum T$$

where T = mean daily air temperatures (°C) below 0°C for one complete calendar year.

- Seasonal *Freezing Index* - calculated as the arithmetic sum of all the negative and positive mean daily air temperatures (°C) for a specific station during the time period between the highest point in the fall and the lowest point the next spring on the cumulative degree-day time curve (Huschke, 1959);

$$I_{af} = \sum T$$

where T = mean daily air temperatures ($^{\circ}\text{C}$) during the time period between the highest temperature in the Fall and the lowest temperature in the Spring.

- Design *Freezing Index* - calculated by taking the average of the seasonal freezing indices for the three coldest winters in the most recent 30 years of record. If data for 30 years are not available, then the index is based on the coldest winter in the latest 10-year period of record (U.S. Army/Air Force, 1966).
-

Índice de Congelamiento del Aire

Es el número acumulativo de grados-día, cuya temperatura del aire es bajo 0°C durante, un periodo determinado de tiempo. El Índice de Congelamiento del Aire difiere del correspondiente Índice de Congelamiento superficial (véase *Factor n*).

$$\sum T_i < 0^{\circ}$$

Air Freezing Index

The cumulative number of degree-days below 0°C for the air temperature during a given time period. The *Air Freezing Index* differs from the corresponding surface *Freezing Index* (see *n-factor*).

$$\sum T_i < 0^{\circ}$$

Índice de Descongelamiento

Es el número acumulado de grados-día sobre 0°C durante un tiempo determinado. Se reconocen cuatro tipos principales.

- Índice de Descongelamiento aproximado: Se calcula basado en la temperatura del aire promedio mensual para una estación específica sin incluir correcciones por grados-día negativos ($T < 0^{\circ}\text{C}$), en primavera u otoño.

$$I_{af} = \sum NT$$

donde N = número de días al mes para los meses con una temperatura promedio mensual sobre 0°C durante un año completo.

T = temperatura promedio mensual.

- Índice de Descongelamiento anual total: Se calcula sumando todas las temperaturas promedio diarias positivas del aire para una estación en particular durante un año calendario.

$$I_{af} = \sum T$$

donde T = temperaturas promedio diarias del aire (°C) sobre 0°C para un año calendario completo.

- Índice de Descongelamiento estacional: Se calcula como la suma aritmética de todas las temperaturas del aire promedio diario (negativas y positivas) para una estación en particular durante el período de tiempo entre el punto más bajo en la primavera y el punto más alto del siguiente otoño en la curva temporal acumulada de grados-día.

$$I_{af} = \sum T$$

donde T = temperaturas promedio diarias del aire (°C) durante el período de tiempo entre la temperatura más baja de la primavera y la temperatura más alta en el otoño.

- Índice de Descongelamiento de diseño: Se calcula tomando el promedio de los índices de *Descongelamiento* estacional para los tres veranos más cálidos durante los últimos 30 años de registro. Si no existen datos sobre los últimos 30 años, el índice estará basado en el verano más cálido de los últimos 10 años (U.S. Army/Air Force, 1996).

Thawing Index

The cumulative number of degree-days above 0°C for a given time period.

Four main types of air thawing indices have been used:

- Approximate *Thawing Index* - calculated from the mean monthly air temperatures for a specific station without making corrections for negative degree-days ($T < 0^\circ\text{C}$) in spring and fall (Boyd, 1973, 1979);

$$I_{af} = \sum NT$$

where N = number of days per month for months with a mean monthly temperature above 0°C during one complete year.

T = mean monthly temperature.

- Total annual *Thawing Index* - calculated by adding all the positive mean daily temperatures (°C) for a specific station during a calendar year (Harris, 1981);

$$I_{af} = \sum T$$

where T = mean daily air temperatures (°C) above 0°C for one complete calendar year.

- Seasonal *Thawing Index* - calculated as the arithmetic sum of all the positive and negative mean daily air temperatures (°C) for a specific station during the time period between the lowest point in the spring and the highest point the next fall on the cumulative degree-day time curve (Huschke, 1959);

$$I_{af} = \sum T$$

where T = mean daily air temperatures (°C) during the time period between the lowest temperature in the Spring and the highest temperature in the Fall.

- Design *Thawing Index* - calculated by taking the average of the seasonal thawing indices for the three warmest summers in the most recent 30 years of record. If data for 30 years are not available, then the index is based on the warmest summer in the latest 10-year period of record (U.S. Army/Air Force, 1966).

Índice de Descongelamiento del Aire

Es el número acumulativo de grados-día, cuya temperatura del aire es sobre 0°C durante un periodo determinado de tiempo. El Índice de Descongelamiento del Aire difiere del correspondiente Índice de Descongelamiento superficial (véase *Factor n*).

Air Thawing Index

The cumulative number of degree-days above 0°C for the air temperature during a given period. The *Air Thawing Index* differs from the corresponding surface *Thawing Index* (see *n-factor*).

Laderas Convexo-Cóncavo Cubiertas de Detrito (Figura 11)

Este tipo de ladera está caracterizada por perfiles relativamente suaves sin quiebres abruptos de pendiente. Presentan una fina cubierta de detrito continua o cuasi continua, sin afloramientos rocosos. Los ángulos de pendiente máximo varían entre 10° y 30°, dependiendo de la litología local y lo anguloso del material. Las laderas se extienden por toda la gama de formas convexo cóncavo, desde formas predominantemente convexas en las partes altas a formas cóncavas en las zonas bajas de la ladera.

Convex-Concave Debris-Mantled Slope (Figure 12)

This type of slope is characterized by a relatively smooth profile with no abrupt breaks of slope. It is characterized by a continuous or near-continuous thin layer of rock debris, with no widely developed free face or bedrock outcrop. Maximum slope angles vary between 10° to 30°, depending upon lithology and material angularity. The slope profiles extend from predominantly convex to predominantly concave.

REFERENCES: French, 2007.

Laderas Recto-Lineares Cubiertas de Detrito (Pendientes Planas o Lisas) (Figura 11, Figura 46, Figura 47)

Este tipo de laderas se desarrollan sobre roca consolidada y ocurren en regiones caracterizadas por fríos y aridez extremas. Típicamente yacen en un ángulo de reposo

que varía entre 25° y 38° pero puede ser más también, y están cubiertas por una fina cubierta de material suelto. Este tipo de ladera detrítica se produce como resultado de la desintegración de la roca sujeta a meteorización por sales complementada por la *Acción del Congelamiento*. El detrito fino es removido por el viento y el balance entre meteorización y remoción resulta en laderas recto-lineares en ángulos de reposo.

Rectilinear Debris-Mantled Slope (Figure 12, Figure 46, Figure 47)

These slopes develop upon consolidated bedrock and occur in regions characterized by extreme cold combined with extreme aridity. Typically they are at the angle of repose, varying from 25° to 38°, and are covered by a thin layer of loose material. The slope debris is produced by retreat of exposed bedrock subject to salt weathering enhanced by *Frost Action*. The debris is then removed by wind action. The balance between weathering supply and removal results in rectilinear slopes at repose angles.

REFERENCES: Trombotto and Ahumada, 2005.

Levantamiento por Congelamiento

Es el movimiento vertical hacia arriba o hacia afuera de la superficie del terreno, causado por la formación de *Hielo* en el suelo. La *Acción del Congelamiento* en suelos de granulometría fina, aumenta el volumen del suelo no solo por el *Congelamiento* del agua intersticial *in situ* (~ 9% de expansión) sino también por la atracción de agua hacia el *Frente de Congelamiento*, donde se forman lentes de *Hielo*.

Suelos que han sufrido levantamientos considerables pueden consistir en capas alternadas de suelo saturado de *Hielo* y lentes de *Hielo* relativamente libres de sedimentos. Los lentes de *Hielo* se forman perpendicularmente a la dirección del flujo de calor y cuando el *Congelamiento* penetra la superficie del terreno, la que puede ser horizontal, vertical o inclinada; las lentes de *Hielo* se forman paralelos a ésta. Cuando el suelo se encuentra libre, el levantamiento puede llegar a ser el espesor total de los lentes de *Hielo*.

El *Levantamiento por Congelamiento* diferencial o no uniforme es uno de los aspectos más perjudiciales de los procesos del *Congelamiento* y refleja la heterogeneidad de la mayoría de los suelos, las variaciones de las tasas de extracción de calor y del abastecimiento de agua subterránea, dentro de distancias cortas. Dependiendo del grado de contención, presiones de *Congelamiento* elevadas pueden llegar a observarse durante el *Congelamiento* del suelo.

Frost Heave

The upward or outward movement of the ground surface caused by the formation of *Ice* in the soil. *Frost Action* in fine-grained soils increases the volume of the soil not only by freezing of in situ pore water (\approx 9% expansion) but also by drawing water to the *Freezing Front* where *Ice* lenses form.

Soils that have undergone substantial heaving may consist of alternate layers of *Ice*-saturated soil and relatively clear *Ice* lenses. The lenses are formed normal to the direc-

tion of heat flow and when freezing penetrates from the ground surface (which may be horizontal, sloping or vertical), they form parallel to that surface. When unrestrained, the amount of surface heave may be almost as much as the total thickness of the *Ice lenses*. *Frost Heave* can occur seasonally or continuously if freezing of the ground proceeds without interruption over a period of years.

Differential, or non-uniform, frost heaving is one of the main aspects of the *Frost Action* process and reflects the heterogeneous nature of most soils, or variations in heat removal rate and groundwater supply over short distances. Depending on the degree of restraint, large *Freezing Pressures* (up to 1 MPa) can be developed as the ground freezes.

REFERENCES: Penner, 1967; Washburn, 1979; Linell and Lobacz, 1980; Johnston, 1981; Corte, 1997.

Límite Altitudinal Inferior del Permafrost

Es la altitud más baja en la cual se encuentra el *Permafrost de Montaña*. El *Límite Altitudinal Inferior del Permafrost de Montaña* generalmente aumenta progresivamente a medida que la latitud disminuye en ambos hemisferios.

Altitudinal Limit of Permafrost

The lowest altitude at which *Mountain Permafrost* occurs in a given area downslope of the general *Permafrost* region. The altitudinal limit of *Mountain Permafrost* rises progressively with decreasing latitude in both hemispheres.

REFERENCES: Brown, 1967b, Garleff and Stingl, 1986.

Límite del Permafrost

1. Es el límite geográfico entre zonas con *Permafrost Continuo* y zonas con *Permafrost Discontinuo* en ambientes árticos o antárticos;
2. el límite de zonas con permafrost de montaña y sin permafrost de montaña; o
3. los márgenes de un cuerpo discreto de *Permafrost*.

Permafrost Boundary

1. The geographical boundary between the *Continuous* and *Discontinuous Permafrost* zones in Arctic and Antarctic environments;
 2. the boundary between the existence of mountain permafrost and no permafrost in mountainous environments; or
 3. the margin of a discrete body of *Permafrost*.
-

Loess

El loess es una sedimentita eólica en la que pueden participar procesos criogénicos para la formación de sus componentes, ya que como pensara Troll (1944), el congelamiento es un fenómeno fundamental para explicar la producción de los limos del

loess. El loess está constituido, en general, por un 50% o más de limos, 30% o más de arcillas y el resto por arenas. Los suelos desarrollados en loess son ricos en Ca y Mg, y su medio es débilmente alcalino lo que permite la movilidad y transformación del N, condiciones que favorecen el crecimiento de las plantas. Se habla de loess frío considerando a aquel que se depositó rodeando o cercano a los englazamientos. Este último puede tener un alto contenido en arenas (> 10%).

Loess

Loess is an aeolian sediment formed by the accumulation of wind-blown silt, typically in the 20–50 micrometre size range, twenty percent or less clay and the balance equal parts sand and silt that are loosely cemented by calcium carbonate. It is usually homogeneous and highly porous and is traversed by vertical capillaries that permit the sediment to fracture and form vertical bluffs. Cold loess is considered the deposition around glaciated areas.

REFERENCES: Hamelin and Cook, 1967; Trombotto y Ahumada, 2005.

Mantos de Hielo

Es una masa de *Hielo* y *Nieve* con un gran espesor y superficie. Las *Mantos de Hielo* pueden estar sobre la roca o flotando. Una cubierta de *Hielo* menor de 50,000 kilómetros cuadrados que yace sobre roca se llama casquete de *Hielo*.

Ice Sheet

A mass of *Ice* and *Snow* of considerable thickness and large area. *Ice Sheets* may be resting on rock or floating. *Ice Sheets* of less than about 50,000 square km resting on rock are called *Ice Caps*.

Microtextura de Cuarzo del Ambiente Periglacial (Figura 44)

Características microtexturales de los granos de cuarzo (tamaño arena), que se hallan en los sedimentos del Ambiente Periglacial. Las características están relacionadas con procesos criogénicos como criometeorización, selección, crioturbación y movimientos de fricción intergranular por congelamiento y descongelamiento en los depósitos sedimentarios. Las mismas pueden resumirse en: granos con alto relieve, contorno anguloso, fracturas concoidales, bloques grandes, marcas, *chattermarks*, líneas rectas o curvas, y arcos gradados. También aparecen microfenómenos de deposición y disolución de Si.

Quartz Microtexture of the Periglacial Environment (Figure 44)

Micro textural characteristics of the quartz grains (sand size) that exist in sediments found in the Periglacial Environment. Their characteristics are related to cryogenic processes like frost weathering, sorting, cryoturbation and friction intergranular movements due to freezing and thawing cycles in sedimentary deposits. The main characteristics are: grains with a high degree of roughness, angular, conchoidal fractures, chatter marks, straight

and curved lines, and graduated arches. There are also micro phenomena in terms of deposition and dilution.

REFERENCES: Kowalkowski et al., 1980; Trombotto, 1985, 1991

Morena (Figura 45)

Son crestas o depósitos de detrito de roca transportados por un *Glaciar*. Las formas más comunes son: *Morena* de fondo formada debajo de un *Glaciar*; *Morena* lateral formada a lo largo de las márgenes laterales; *Morena* central formada a lo largo del centro; y *Morena* frontal o terminal, depositada frente al término del *Glaciar*. Por otro lado, se denomina *Morena* de ablación a la que resulta de la fusión del Hielo Muerto. Esta última puede constituirse de una sobreposición de capas de morenas de fondo con morenas, o sedimentos, que están sobre el hielo. Las *Morenas* quedan después que un *Glaciar* se ha retirado, y dan evidencia paleoclimática de su extensión pasada. Las *Morenas* pueden tener partes congeladas y existir en ambientes de *Permafrost*. De existir en pendientes, pueden mostrar evidencia de reptación.

Moraine (Figure 45)

Mounds, ridges or deposits of rock debris transported by a *Glacier* (glacial till). Common forms are: ground *Moraine* formed under a *Glacier*; lateral *Moraine*, along the sides; medial *Moraine*, down the centre; and end *Moraine*, deposited at the foot. *Moraines* are left after a *Glacier* has receded, providing evidence of its former extent. *Moraines* can have frozen cores and exist in *Permafrost* environments. On steep slopes such *Moraines* can show signs of *Creep*.

Movimiento en Masa

Es el movimiento ladera abajo de suelo o rocas sobre la superficie terrestre bajo la influencia de la gravedad. Los movimientos en masa incluyen los desplazamientos lentos como la *Gelireptación*, la *Geliflución* o *Soliflución*, y movimientos más rápidos como las fallas de *Capa Activa*. Movimiento en Masa es un término general, se recomienda usar el nombre geociológico correspondiente.

Mass Wasting

Downslope movement of soil or rock on, or near, the earth's surface under the influence of gravity. *Mass Wasting* includes slow displacements such as *Frost Creep*, *Gelifluction* or *Solifluction*, and more rapid movements such as earthflows or *Active Layer Failures*.

REFERENCES: Hutchinson, 1968; Washburn, 1979.

Nieve

Cristales de *Nieve* precipitados de la atmósfera con forma hexagonal, frecuentemente simétrica, que comúnmente se encuentran aglomerados en un copo de *Nieve*. La nieve suele clasificarse de acuerdo a su densidad y hay muchos tipos y nombres, especialmente en los pueblos árticos. La nieve reciente presenta una densidad de 30 a 60 kg/m³. La nieve vieja 100 a 200 kg/m³. En el firn la densidad es mayor a 500 kg/m³.

Snow

Ice crystals precipitated from the atmosphere, mainly in complex hexagon (plate, column or needle) form, often agglomerated into Snowflakes.

Nivación (Figura 9)

Nivación es el nombre general que describe los diferentes procesos que ocurren debajo y en las cercanías de una cubierta de *Nieve*. Los procesos principales son los ciclos de *Congelamiento* y *Descongelamiento* relacionados con la criometeorización y los movimientos en masa o soliflucción / geliflucción en la terminología geociológica especializada, por los cuales los sedimentos son retirados del lugar, en donde *la Nieve se acumula* y es compactada y transformada en *Neviza* o *Firn* en una primera etapa y finalmente en *hielo*. La *Nivación* también incluye varios sub-procesos relacionados a cubiertas de *Nieve* estacionaria o semi-permanente. Estos incluyen procesos de erosión, meteorización y flujo de agua bajo la *Nieve*.

Nivation (Figure 10)

Nivation is a collective name for the different processes that occur under a *Snow Patch*. The primary processes are *Mass Wasting* and the freeze and thaw cycle, in which fallen *Snow* gets compacted into *Firn*. *Nivation* includes various sub-processes related to *Snow Patches* which may be immobile or semi-permanent. These sub-processes include erosion, weathering, and meltwater flow from beneath the *Snow Patch*.

Nubbins

Protuberancias en el suelo como producto del levantamiento de las partículas del mismo por el hielo acicular.

Nubbins

Protuberances within the ground that result from the heaving of ground particles due to the presence of needle ice.

REFERENCES: Washburn, 1979; Trombotto, 2000.

Paleopermafrost (Figura 23)

Es el suelo, roca, o sedimento orgánico, que en el pasado estuvo sometido por varios años consecutivos a una temperatura de 0°C o menos. Muchas veces, el paleopermafrost posee macroindicadores visibles en los perfiles geológicos, como moldes de cuñas de hielo, señales de selección granulométrica por procesos criogénicos, o de paleocrioturbaciones. Otras veces el paleopermafrost se determina por un conjunto combinado de microindicadores micromorfológicos del suelo, como ser, estructuras vesiculares o laminares, estructuras de compactación, depósitos y traslados de limos, orientación preferencial de ciertas granulometrías, fábrica isobandeada, poros laminares, microcrioclastesis, carbonatación e hidrólisis de Fe, entre otras. El paleopermafrost es un indicador paleoclimático muy importante que define un paleoambiente que ha registrado un cambio climático, en donde la variación de la isoterma de 0°C, registrada indirectamente, como paleotemperatura media anual del suelo, cambió hacia una temperatura positiva. Este fenómeno se puede observar tanto en la Patagonia extra andina como en la Cordillera de los Andes.

Paleopermafrost (Figure 23)

Soil, rock or organics that had been subjected to temperatures below 0°C for several consecutive years in the past. Often, micro-indicators of paleopermafrost are visible on geological profiles, such as ice wedge shapes, soil particle sorting or paleo-cryoturbation. Paleopermafrost is identified using micro-morphological indicators, such as vesicular or lamellar structures, structures of compacted silt deposits and transport, preferential orientation of certain grain sizes, structural plane banded, laminar micro-frost weathering, carbonation and hydrolysis of Fe. Signs of paleopermafrost are important indicators for the reproducing paleo-climatic conditions since it indicates possible variations in the 0°C isotherm, and indirectly provides information on paleo-temperatures and when the mean annual soil temperatures increased above freezing. This phenomenon can be observed Patagonia and the Andes.

REFERENCES: Trombotto, 2002; Trombotto Liaudat, 2008.

Pendiente Sedimentaria o Detrítica Criogénica (Figura 48, Figura 49)

Son pendientes constituidas por rocas y bloques, crioregolito, con espesor considerable y con importante material fino intercalado, que muestra reptación, o incluso otras geofomas asociadas, como terrazas de solifluxión o gelifluxión. Estas pendientes pueden contener permafrost con hielo intersticial o Hielo Cemento entre las rocas.

Frozen Talus Slopes (Figure 48, Figure 49)

Slope, formed by rocks and blocks of considerable thickness. Massive or interstitial ice can result in gravity driven creep deformations. These slopes may be associated with other creeping landforms, such as *Rock Glaciers* or *Gelifluction* slopes.

REFERENCES: Trombotto, 1991.

Penetración de Congelamiento

Es el movimiento del *Frente de Congelamiento* dentro del suelo durante el *Congelamiento* de éste.

Frost Penetration

The movement of the *Freezing Front* into the ground during freezing.

Periglacial, Definición General

Son las condiciones, procesos y geoformas asociadas a ambientes fríos no glaciares. El término fue originariamente usado para describir las condiciones climáticas y geomórficas en áreas de la periferia a las capas de *Hielo* y *Glaciares* del Pleistoceno. El uso moderno del término se refiere a un rango más amplio de condiciones climáticas frías, independientes de su proximidad a un *Glaciar* en espacio o tiempo. Muchos, pero no todos, los ambientes *Periglaciales* poseen *Permafrost*, pero todos son dominados por procesos de *Congelamiento*.

Periglacial, General Definition

The conditions, processes and landforms associated with cold, non-glacial environments. The term was originally used to describe the climatic and geomorphic conditions of areas peripheral to Pleistocene *Ice Sheets* and *Glaciers*. Modern usage refers, however, to a wider range of cold climatic conditions regardless of their proximity to a *Glacier*, either in space or time. Many, but not all, *Periglacial Environments* possess *Permafrost*; all are dominated by *Frost Action* processes.

REFERENCES: Dylík, 1964; French, 2007; Washburn, 1979; Trombotto and Ahumada, 2005.

Permafrost (Figura 1, Figura 3)

Es el suelo o roca, incluyendo hielo y materia orgánica que permanece a una temperatura de 0°C o menos, por lo menos dos años consecutivos. *Permafrost* es sinónimo de suelo perennemente criótico y es definido en base a su temperatura. No se encuentra necesariamente congelado, ya que el *Punto de Congelamiento* del agua contenida puede estar deprimido en varios grados bajo 0°C o presentar un contenido mínimo de agua. Es así que, todo suelo perennemente congelado es *Permafrost*, pero no todo *Permafrost* esta perennemente congelado. *Permafrost* no debe ser considerado permanente, ya que cambios climáticos o de terrenos naturales o inducidos por el hombre pueden causar un aumento de la temperatura del suelo.

La siguiente clasificación se puede utilizar para modelos de distribución del *Permafrost*:

- Probabilidad muy alta (> 90% del terreno presenta *Permafrost*): Se espera que la mayor parte de esta área tenga *Permafrost*.
- Probabilidad alta (70 – 90% del terreno presenta *Permafrost*): Se espera que gran parte de este terreno tenga *Permafrost*. Espesores de *Permafrost* sobre los 50 m son esperados dependiendo de las condiciones topográficas locales.

- Probabilidad media (40 – 70% del terreno presenta *Permafrost*): Se espera la presencia de *Permafrost*, dependiendo de las condiciones superficiales locales y de topografía. *Permafrost* se puede encontrar en forma de grandes cuerpos o cuerpos pequeños aislados. Sin embargo, no se espera capas de *Permafrost* continuas o gruesas (> 20m).
- Probabilidad baja (10 – 40 % del terreno presenta *Permafrost*): La presencia de *Permafrost* esperada es poca. Sin embargo pequeñas áreas aisladas de *Permafrost* pueden observarse.
- Probabilidad muy baja (1 – 10% del terreno presenta *Permafrost*): Generalmente no se espera *Permafrost* en estas áreas. Excepciones esporádicas pueden presentarse como resultado de condiciones climáticas locales.
- Probabilidad extremadamente baja (<1 % del terreno presenta *Permafrost*): No se espera encontrar *Permafrost* en estas áreas. Sin embargo, lugares como cavernas frías, *Hielo Muerto* local o *Hielo Relíctico* en él pueden ser encontrados dependiendo de las condiciones paleo y microclimáticas.

Permafrost (Figure 2, Figure 4)

Ground (soil or rock and included *Ice* and organic material) that remains at or below 0°C for at least two consecutive years. *Permafrost* is synonymous with perennially *Cryotic Ground*: it is defined on the basis of temperature. It is not necessarily frozen, because the *Freezing Point* of the included water may be depressed several degrees below 0°C; moisture in the form of water or *Ice* may or may not be present. In other words, whereas all perennially *Frozen Ground* is *Permafrost*, not all *Permafrost* is perennially frozen. *Permafrost* should not be regarded as permanent, because natural or man-made changes in the climate or terrain may cause the temperature of the ground to rise above 0°C.

The following classification may be used for *Permafrost* distribution models:

- Very High Likelihood (> 90% underlain by *Permafrost*): Most of this area is expected to be underlain by *Permafrost*.
- High Likelihood (70 – 90% underlain by *Permafrost*): Large parts of this area are expected to be underlain by *Permafrost*. Locally *Permafrost Thicknesses* of >50 m are expected depending on the topographic conditions.
- Medium Likelihood (40 – 70% underlain by *Permafrost*): Depending on the local surface characteristics and topography *Permafrost* is expected. Large bodies of *Permafrost* as well as areas with only isolated patches are possible. However, no thick (> 20m) and *Continuous Permafrost* layers are expected.
- Low Likelihood (10 – 40% underlain by *Permafrost*): Little *Permafrost* is expected in these areas. However, patches of *Permafrost* are possible due to local microclimatic conditions.
- Very Low Likelihood (1 – 10% underlain by *Permafrost*): Generally, no *Permafrost* is expected in these areas. However, sporadic exceptions are possible due to local microclimatic conditions.
- Extremely Low Likelihood (<1% underlain by *Permafrost*): No *Permafrost* is expected within these areas. However, cold caves, local *Dead Ice* or relict *Ground Ice* cannot

be completely ruled out even in these areas depending on local microclimate and paleoglacial conditions.

REFERENCES: Muller, 1943; van Everdingen, 1976; Kudryavtsev, 1978.

Permafrost Cementado por Hielo

Es el *Permafrost* en el que los sedimentos están cementados por *Hielo*.

Ice Bonded Permafrost

Ice-bearing Permafrost in which the soil particles are cemented together by ice.

REFERENCES: Johnston, 1981; Hunter, 1984; Sellmann and Hopkins, 1984.

Permafrost con Hielo

Permafrost que contiene *Hielo de Suelo o Subterráneo*, independiente de su cantidad.

Ice Bearing Permafrost

Permafrost that contains *Ground Ice* without specifying how much.

Permafrost Continuo, Definición General

Es el *Permafrost* que está presente por debajo del terreno expuesto en toda una región geográfica, con excepción de lugares ampliamente dispersos, tales como depósitos recientes de sedimentos no consolidados, donde la influencia climática recién ha comenzado a tener efectos en el régimen térmico de los sedimentos. Para efectos prácticos la existencia de pequeños *Taliks* dentro del área de *Permafrost Continuo* debe ser tenida en cuenta. Por lo tanto el término *Permafrost Continuo* se refiere a áreas donde más del 90% de la superficie del terreno presenta *Permafrost*. El término *Permafrost Continuo* es usado en la mayoría de los casos en zonas de *Permafrost Árticas* o *Antárticas*. Para las zonas de montaña los términos probable, posible o poco probable son preferidos.

Continuous Permafrost, General Definition

Permafrost occurring everywhere beneath the exposed land surface throughout a geographic region with the exception of widely scattered sites, such as newly deposited sediments, where the climate is just beginning to influence the ground thermal regime, causing the development of *Continuous Permafrost*. For practical purposes, the existence of small *Taliks* within *Continuous Permafrost* has to be recognized. The term, therefore, generally refers to areas where more than 90% of the ground surface is underlain by *Permafrost*. The term "continuous" *Permafrost* is mostly used for *Arctic/Antarctic Permafrost* zones. For the mountainous zones the terms "likely, possible and unlikely" are preferred.

REFERENCES: Brown, 1970b; Trombotto and Ahumada, 2005.

Permafrost de Montaña

Es el *Permafrost* existente en zonas de alta montaña en latitudes altas, medias o bajas. El *Permafrost de Montaña* puede presentar cierto grado de zonificación altitudinal. El *Permafrost* de plateau es una subdivisión del *Permafrost de Montaña*, pero el uso de este término no es recomendado. En Sudamérica suele denominarse *Permafrost* andino.

Mountain Permafrost

Permafrost existing in mountainous areas in high, middle, and low latitudes. *Mountain Permafrost* may show some degree of altitudinal zonation. Plateau *Permafrost* is a subdivision of *Mountain Permafrost* but use of this term is not recommended.

REFERENCES: Fujii and Higuchi, 1978; Harris and Brown, 1978, 1982; Gorbunov, 1978; Péwé, 1983; Haeberli, 1985; Garleff and Stingl, 1986; Trombotto and Ahumada, 2005.

Permafrost Discontinuo

Es el *Permafrost* encontrado en algunas áreas de una región geográfica en donde otras áreas se encuentran libres de *Permafrost*. El *Permafrost Discontinuo* se encuentra, latitudinalmente, entre la zona de *Permafrost Continuo* y el límite sur de las áreas con *Permafrost*. Dependiendo de la escala de observación, se pueden distinguir diversas sub-zonas, basadas en el porcentaje de terreno con *Permafrost* (extensivo 65-90%, intermedio 35-65%, esporádico 10-35%, aislado o insular 0-10%). Ver también *Permafrost* esporádico y zonas aisladas de *Permafrost*. El *Permafrost Discontinuo* es de difícil identificación en los Andes, en donde generalmente se habla de *Permafrost de Montaña* o *in situ*, debido a que el permafrost de montaña presenta frecuentemente variaciones altitudinales por factores como la exposición, topografía, microclima y valores de radiación.

Discontinuous Permafrost

Permafrost occurring in some areas beneath the exposed land surface throughout a geographic region where other areas are free of *Permafrost*. *Discontinuous Permafrost* occurs between the *Continuous Permafrost* zone and the southern latitudinal limit of *Permafrost* in lowlands. Depending on the scale of mapping, several subzones can often be distinguished, based on the percentage of the land surface underlain by *Permafrost* (extensive 65-90%, intermediate 35-65%). See also *sporadic Permafrost* and *isolate patches of Permafrost*. *Discontinuous Permafrost* is difficult to identify in the Andes, where the term Mountain Permafrost is usually used since permafrost within mountains frequently present variations as a function of altitude, slope orientation, topography, microclimatic conditions and radiation.

REFERENCES: Brown, 1970b; Kudryavtsev, 1978; Heginbottom, 1984.

Permafrost en Desequilibrio o Degradado

Es el *Permafrost* que no está en equilibrio térmico, tanto con la temperatura anual superficial o submarina, como con el *Flujo Geotérmico* local. Típicamente, un desequilibrio es considerado cuando aparece una tendencia de calentamiento o enfriamiento.

Disequilibrium Permafrost or Degrading Permafrost

Permafrost that is not in thermal equilibrium with the existing mean annual surface or sea-bottom temperature and the *Geothermal Heat Flux*. Typically a disequilibrium is stated when a warming (or cooling) trend emerges.

REFERENCES: Mackay, 1972a; Menezes Travassos et al., 2008.

Permafrost en Equilibrio

Es el *Permafrost* que está en equilibrio térmico con la temperatura anual superficial o submarina, y con el *Flujo Geotérmico* local.

Equilibrium Permafrost

Permafrost that is in thermal equilibrium with the existing mean annual surface or sea-bottom temperature and with the *Geothermal Heat Flux*.

REFERENCES: Mackay, 1972a.

Permafrost Esporádico

Es *Permafrost* que subyace entre el 10 y el 35% de la superficie. Áreas individuales de *Permafrost* están completamente rodeadas de *Suelo no Congelado*.

Sporadic Discontinuous Permafrost

Permafrost underlying 10 to 35% of the exposed land surface. Individual areas of *Permafrost* are completely surrounded by *Unfrozen Ground*.

Permafrost Insular

Es *Permafrost* que subyace a menos del 10% de la superficie del terreno. Las áreas individuales de *Permafrost* tienen una extensión superficial limitada, separadas considerablemente y completamente rodeadas de *Suelo no Congelado*.

Isolated Patches of Permafrost

Permafrost underlying less than 10% of the exposed land surface. Individual areas of *Permafrost* are of limited areal extent, widely separated, and are completely surrounded by *Unfrozen Ground*.

REFERENCES: Trombotto, 1991.

Permafrost Relíctico

Es el *Permafrost* que existe en lugares que actualmente no presentan las condiciones como para contener *Permafrost*. El *Permafrost Relíctico*, incluye *Hielo Relíctico* que se formó cuando la temperatura media anual de la superficie era menor que la actual. Por lo tanto esta geoforma está en desequilibrio con la temperatura media anual de superficie reinante. El *Hielo relíctico* y sus geoformas asociadas son un signo de la *Degradación del Permafrost*.

Relict Permafrost

Permafrost existing in areas where *Permafrost* cannot form under present climatic conditions. *Relict Permafrost* (including *Relict Ice*) formed when the mean annual surface temperature was lower than at present; it is in disequilibrium with the present mean annual surface temperature. This *Permafrost* persists in places where it could not form today. *Relict Ice* and associated landforms are a sign of degrading *Permafrost*.

REFERENCES: Mackay et al., 1972; Trombotto, 2000.

Permafrost Rico en Hielo (Figura 7)

Es el *Permafrost* que contiene *Hielo de Suelo o Subterráneo* en exceso.

Ice-Rich Permafrost (Figure 8)

Permanently frozen ground containing *Excess Ice*.

Permafrost Seco

Es el *Permafrost* que no contiene agua libre o *Hielo*. Una cantidad insignificante de humedad en forma de agua intersticial puede estar presente. El *Permafrost Seco* es estable cuando se descongela (cf debilitamiento por Descongelamiento).

Dry Permafrost

Permafrost containing neither *Free Water* nor *Ice*. A negligible quantity of moisture in the form of interfacial water may be present. *Dry Permafrost* is thaw-stable (cf. *Thaw Weakening*).

REFERENCES: van Everdingen, 1976.

Pingo

Es un montículo o domo congelado perenne que consiste en un núcleo de hielo macizo, producido principalmente por procesos de inyección de agua y cubierto por tierra y vegetación.

Pingo

A perennial *Frost Mound* consisting of a core of *Massive Ice*, produced primarily by injection of water, and covered with soil and vegetation.

REFERENCES: Porsild, 1938; Mackay, 1973b, 1979; Washburn, 1979; Trombotto Liadat and Buchroithner, 2012.

Pipkrake, Hielo Acicular (Figura 39, Figura 40)

Forma de *hielo* que crece perpendicularmente al terreno. Se observan en todas las regiones de la tierra, incluso en las tropicales con congelamiento diarios. Lo más común es que se fusionen lateralmente produciendo drusas. Cristales solos son más raros. Las temperaturas de suelo óptimas oscilan entre 0°C y -5°C, con un gradiente entre 0.3 y 0.5 C/cm. Hay diferentes microestructuras dejadas por el hielo acicular: lumpy surfaces (estructuras grumosas residuales), nubbins, Feinerdknospen, Rase-nabschalungen y los gaps.

Needle Ice (Figura 39, Figura 40)

Thin, elongated ice crystals that form perpendicular to the ground surface. Single crystals are rarer. The optimum ground temperature range between 0°C and -5°C, with a temperature gradient between 0.3 and 0.5°C/cm.

Polígono de Cuñas de Hielo

Es un *Polígono* cuyos lados los forman *Cuñas de Hielo*.

Ice Wedge Polygon

A *Polygon* outlined by *Ice Wedges* underlying its boundaries.

Polígono o Suelos Poligonales

Los *Polígonos* o *Suelos Poligonales* son tipos de suelos estructurados, cerrados, aproximadamente equidimensionales y de lados rectos, aunque a veces irregulares. Grandes *Polígonos* pueden llegar a tener de 15 a 30 m de diámetro y resultan del agrietamiento del suelo por contracción térmica. Se presentan en terrenos minerales o en turberas. Los *Polígonos* de *Cuñas de Hielo* son comunes en áreas con mal drenaje y pueden ser de centros elevados o deprimidos.

Polygon o Polygonal Ground

Polygons are closed, multi-sided, roughly equidimensional *Patterned Ground* features, bounded by more or less straight sides; some of the sides may be irregular. Macro-scale *Polygons*, typically 15 to 30 m across, result from thermal contraction cracking of the ground and form random or oriented *Polygonal* patterns. They occur in both mineral ter-

rain and peatland. *Ice Wedge Polygons* are common in poorly drained areas and may be either high-centred or low-centred.

REFERENCES: Rapp and Clark, 1971; Washburn, 1979.

Presión de Congelamiento

Es la presión positiva que se desarrolla en las interfaces agua-*Hielo* en un suelo en congelación. El *Congelamiento* in-situ de agua intersticial produce un 9% de expansión. Esto puede resultar en una presión de levantamiento responsable de levantar servicios públicos, fundaciones y pavimentos. Las interfaces agua – *Hielo* se presentan a lo largo del contacto entre lentes de *Hielo* y la *Franja de Congelamiento*.

Freezing Pressure

The positive pressure developed at ice-water interfaces in a soil as it freezes (freezing of in situ pore water \approx 9% expansion). It is also known to result in a heaving pressure or frost-heave pressure that is responsible for the heaving of utilities, foundations and pavements. Ice-water interfaces occur at the contact between *Ice* lenses and the *Frozen Fringe*.

REFERENCES: Jumikis, 1977; Andersland and Anderson, 1978; Johnston, 1981; Gilpin, 1982.

Procesos Periglaciales

Son los procesos asociados a la *Acción del Congelamiento* en ambientes fríos no glaciales. Los *Procesos Periglaciales* incluyen la extrusión criogénica, la *Selección por Congelamiento*, el crioclastismo, la *Crioturbación* y el desarrollo de criotexturas, crioestructuras y fábricas criogénicas.

Periglacial Processes

Processes associated with *Frost Action* in cold, non-glacial environments. *Periglacial Processes* include frost jacking, *Frost Sorting*, frost wedging, *Cryoturbation*, and the development of *Cryotextures*, *Cryostructures* and *Cryogenic* fabrics in soils.

REFERENCES: French, 2007; Trombotto, 1991; Trombotto et al., 1999.

Profundidad de Descongelamiento

Es el espesor mínimo entre la superficie del terreno y el *Suelo congelado* en cualquier momento durante la temporada de *Descongelamiento* en un área sujeta a ciclos estacionales de *Congelamiento* y *Descongelamiento*. El *Descongelamiento* está completo cuando no quedan rastros de *Suelo congelado*. En ese momento la *Profundidad de Descongelamiento* no puede ser determinada. La *Profundidad de Descongelamiento* puede relacionarse con la *Capa Activa* en ambientes de *Permafrost* o con cualquier otra área que experimente *Congelamiento Estacional*.

Depth of Thaw (Thaw Depth)

The minimum distance between the ground surface and *Frozen Ground* at any time during the thawing season in an area subject to seasonal freezing and thawing. When no *Frozen Ground* remains, thawing is complete, and *Depth of Thaw* cannot be determined. *Depth of Thaw* may relate to the *Active Layer* in *Permafrost* environments or to any other areas with seasonal freezing.

Profundidad de la Amplitud Anual Cero (Figura 1)

Es la profundidad, medida desde la superficie del terreno, en la que el suelo prácticamente no presenta variaciones anuales de temperatura. Un cambio anual de no más de 0.1°C es considerado permisible. En el hemisferio norte, la temperatura a la profundidad de amplitud anual cero, varía en un rango desde -0.1°C en el límite sur de la región con *Permafrost* a -15°C en los extremos polares de las regiones con *Permafrost Continuo*. Las profundidades de amplitud cero varían en un amplio rango, encontrándose generalmente entre 10 y 20 m bajo la superficie, dependiendo de las condiciones climáticas y de terreno, tales como la variación de la temperatura anual superficial, la cubierta de vegetación, la cubierta nival y las características del suelo y la roca presente. En los *Glaciares de escombros* de los Andes la profundidad de amplitud anual cero puede ser ubicada más superficialmente.

Depth of Zero Annual Amplitude (Figure 2)

The distance from the ground surface downward to the level beneath which there is no annual fluctuation in ground temperature. A change of no more than 0.1°C throughout the year is arbitrarily considered as "practically no annual fluctuation". In the Northern hemisphere the temperature at the *Depth of Zero Annual Amplitude* ranges from about -0.1°C at the southern limit of the *Permafrost* region to about -15°C in the extreme polar reaches of the zone of *Continuous Permafrost*. The *Depth of Zero Annual Amplitude* varies widely but generally lies between 10 and 20 m below the ground surface, depending on climatic and terrain conditions such as amplitude of annual surface temperature variation, vegetation, *Snow Cover* and characteristics of the soils and rocks including thermal diffusivity.

REFERENCES: Muller, 1943, Trombotto and Borzotta, 2009.

Profundidad de Penetración del Congelamiento Estacional

Es el máximo espesor de la capa congelada estacional.

Depth of Seasonal Frost Penetration

The maximum thickness of the seasonally frozen layer.

Propiedades Eléctricas del Suelo Congelado

La constante dieléctrica, conductividad eléctrica y resistividad eléctrica son las propiedades eléctricas principales que gobiernan el flujo de electricidad a través de materiales congelados.

La constante dieléctrica de un suelo/roca es la medida de la capacidad del suelo de guardar energía eléctrica en la presencia de un campo electroestático. Es la relación entre la permitividad del suelo y la permitividad del vacío.

La conductancia eléctrica de un suelo/roca es el inverso de la resistencia ofrecida por el suelo al flujo de una corriente eléctrica. El flujo de corriente en un *Suelo congelado* ocurre principalmente a través de láminas de agua líquida.

La conducción eléctrica está relacionada con el espesor de las láminas intersticiales de agua líquida y su interconexión. Disminuye directamente en función de la temperatura y aumenta directamente con la presión.

La resistividad eléctrica es la propiedad de un material que determina que un flujo eléctrico se desplace a través de un centímetro cúbico de material, cuando un potencial eléctrico es aplicado en caras opuestas del material.

Todas estas propiedades eléctricas están influenciadas por el tipo de suelo/roca, la densidad, salinidad, temperatura y en particular el contenido de agua líquida.

Electrical Properties of Frozen Ground

The dielectric constant, electrical conductivity and electrical resistivity are the major electrical properties governing the flow of electric current through *Frozen Ground*.

The dielectric constant of a soil/rock is a measure of the ability of it to store electrical energy in the presence of an electrostatic field; it is the ratio of the soil's permittivity to the permittivity of a vacuum.

The electrical conductance of a soil is the inverse of the resistance offered by a soil to electrical current flow. Current flow under an electrical gradient in a frozen soil occurs almost entirely through the unfrozen water films.

Electrical conduction is related to the thickness of these water films and their degree of interconnection; it decreases with decreasing temperature and increases with increasing pressure.

Electrical resistivity is the property of a material that determines the electrical current flowing through a cube centimetre of the material when an electrical potential is applied to opposite faces of the cube.

All these electrical properties are influenced by soil/rock type, density, salinity, temperature and, in particular, the unfrozen water content.

REFERENCES: Johnston, 1981.

Propiedades Térmicas del Suelo Congelado

Son las propiedades del suelo que determinan el flujo de calor a través de él y sus condiciones de *Congelamiento* y *Descongelamiento*.

La posición de la interfase entre el *Suelo congelado* y el descongelado con respecto

a la superficie del terreno, depende de las propiedades térmicas de los sedimentos ubicados arriba e inmediatamente debajo de ésta. Las propiedades térmicas principales de un *Suelo congelado* son la conductividad térmica, difusividad térmica, la *Capacidad Calórica* y el *Calor Latente* de fusión.

Thermal Properties of Frozen Ground

The properties of the ground governing the flow of heat through it, and its freezing and thawing conditions.

The position of the interface between thawed and frozen soil with respect to the ground surface, for a given surface-temperature regime, depends on the thermal properties of the strata located above and immediately below the interface. The basic *Thermal Properties of Frozen Ground* are *Thermal Conductivity*, *Heat capacity* and *Latent Heat of Fusion*.

Protalus Rampart (Figura 50)

Un *Protalus Rampart* es un relieve de detrito que se desarrolla a lo largo de una ladera en los márgenes inferiores de un *Manchón de Nieve* perenne. Algunos estudios han asumido que se han formado por la *Acumulación* detrítica que cae de las montañas. Sin embargo, estudios recientes han mostrado que hay dos teorías que explican el desarrollo de un *Protalus Rampart*. Éstas se diferencian básicamente en que una asume que los *Protalus Rampart* forman parte de la evolución de un *Glaciar de Escombros* y son una forma incipiente de éstos. La segunda teoría no reconoce la relación entre ambas geoformas. Si bien son muy comunes en los Andes Centrales, en general son pocos los trabajos dedicados a estas geoformas (Trombotto, 2000).

Nota: Sin embargo, este tipo de geoformas, cuando alcanza un tamaño superior a 0.01 km² y denotan movimiento pendiente abajo ya pueden ser consideradas *Glaciares de Escombros*.

Protalus Rampart (Figure 50)

A *Protalus Rampart* is a ridge or ramp of debris that develops along the lower margin of a perennial *Snow Patch*. Early studies assumed that they were formed simply through the *Accumulation* of rock fall debris. Two views on the origin of *Protalus Rampart* compete. The first suggests that they are part of a linear developmental continuum of *Rock Glaciers*, thus thought to be due to *Permafrost Creep*. The second view suggests that *Protalus Ramparts* are not part of a developmental continuum of *Rock Glaciers*. Although very common in the central Andes, there are few studies devoted to these landforms (Trombotto, 2000).

Note: This type of landform, when larger than 0.01 km² and showing downslope movements, it could already be considered as a *Rock Glacier*.

REFERENCES: Washburn, 1979; French, 2007; IANIGLA and CONICET, 2010.

Punto de Congelamiento

1. Es la temperatura en la que un líquido puro se solidifica bajo presión atmosférica.
2. Es la temperatura en la que el suelo comienza a congelarse.

Freezing Point

1. The temperature at which a pure liquid solidifies under atmospheric pressure.
 2. The temperature at which a ground material starts to freeze.
-

Recongelamiento

Es el *Recongelamiento* de material previamente descongelado. El término se usa para describir el *Recongelamiento* de una *Capa Activa* descongelada o el *Recongelamiento* de suelo descongelado como resultado de actividades de construcción, perforaciones o depósito de sedimentos en general.

Freezeback

Refreezing of thawed materials. This term is used to describe: 1) seasonal refreezing of the thawed *Active Layer* or 2) refreezing of soil thawed as a result of construction activity or drilling of a well in *Permafrost*, and of soil placed as backfill or a slurry around foundations or engineering facilities buried or embedded in *Frozen Ground*.

REFERENCES: Johnston, 1981.

Regelación

Proceso de fusión y recongelación del hielo cuando es sometido a presión, como en el interior de un cuerpo glaciario, y es el mecanismo por el cual se explica el movimiento de los glaciares. El punto de fusión del hielo sometido a presión es más elevado que sin ella. En suelos congelados este proceso explica la migración del agua y el movimiento continuo de las moléculas de hielo.

Regelation

Regelation is the phenomenon of melting under pressure and freezing again when the pressure is reduced. A *Glacier* can exert a sufficient amount of pressure on its lower surface to lower the melting point of its ice. The melting of the *Ice* at the glacier's base allows it to move from a higher elevation to a lower elevation. Liquid water may flow from the base of a *Glacier* at lower elevations when the temperature of the air is above the freezing point of water.

REFERENCES: Williams and Smith, 1989.

Reptación de Suelo Congelado

Es la lenta deformación del suelo que resulta de la larga aplicación de una fuerza que es demasiado pequeña como para producir una falla instantánea en el material congelado. En suelos congelados las deformaciones de reptación resultan principalmente de la reptación del *Hielo Intersticial* y de la migración del agua líquida intersticial. En suelos saturados, ricos en *Hielo*, la mayor parte de la reptación son distorsionales y no involucran un mayor cambio volumétrico. En suelos congelados con gran contenido de agua líquida, o en suelos congelados no saturados, también se presentan deformaciones lentas debido a la consolidación del material y reptación resultante de cambios volumétricos. Normalmente gran parte de las deformaciones por reptación son permanentes.

Creep of Frozen Ground

The slow deformation that results from long-term application of a stress unable to produce failure in the frozen material. In frozen soils, *Creep* deformations are due mainly to the *Creep of Pore Ice* and the migration of unfrozen pore water. In ice-saturated frozen soils, most *Creep* deformations are distortional with little or no volume change. In frozen soils with large unfrozen water contents or in unsaturated frozen soils, slow deformations due to consolidation, and *Creep* due to volume change, may also occur. Usually, a large portion of the *Creep* deformation is permanent.

REFERENCES: Vyalov, 1959; Ladanyi, 1972, 1981.

Ruptura o falla de Capa Activa (Deslizamiento de Capa por Desprendimiento) (Figura 51)

Es un término general referente a las varias formas de fallas de pendientes o mecanismos de falla que comúnmente ocurren en la *Capa Activa* que cubre el *Permafrost*. Este tipo de fallas son generalmente gatilladas por una pérdida de resistencia al corte debido a altas presiones de agua intersticial que resultan de la cuasi-impermeabilidad del *Permafrost* subyacente.

Active Layer Failure (also Active Layer Detachment Slide) (Figure 51)

A general term referring to several forms of slope failures or failure mechanisms commonly occurring in the *Active Layer* overlying *Permafrost*. Such failures are often triggered by loss of shear strength due to high pore water pressures which result because the underlying *Permafrost* is quasi-impermeable.

Ruptura por Despegue (Figura 51)

Es una falla de pendiente en la que la parte descongelada o en descongelación de la *Capa Activa* se despegue del material subyacente congelado. Las rupturas por despegue son comunes en pendientes coluviales, en áreas de depósitos finos y ricos en *Hielo*. Ocurren más frecuentemente durante veranos calurosos o seguidas

de perturbaciones de la superficie del terreno o de su vegetación como resultado de incendios forestales, de tundra o actividades de ingeniería. Las rupturas por despegue que exponen *Hielo* masivo o sedimentos ricos en *Hielo*, pueden evolucionar en deslizamientos regresivos por Descongelamiento.

Detachment Failure (Figure 51)

A slope failure in which the thawed or thawing portion of the *Active Layer* detaches from the underlying frozen material. *Detachment Failures* are common on colluvial slopes in areas of fine-grained, ice-rich deposits. They occur more frequently during warm summers or following disturbance of the vegetation or ground surface by, for example, tundra or forest fires or engineering activity, when the *Depth of Thaw* is greater than normal. *Detachment Failures* that expose *Massive Ice* or icy sediments can develop into retrogressive thaw slumps.

REFERENCES: Hughes, 1972; McRoberts and Morgenstern, 1974.

Segregación de Hielo

Es la formación de capas discretas o lentes de *Hielo* segregado en suelos minerales u orgánicos en congelación, como resultado de la migración y subsecuente congelación del agua intersticial.

Ice Segregation

The formation of discrete layers or lenses of *Segregated Ice* in freezing mineral or organic soils, as a result of the migration (and subsequent freezing) of pore water.

REFERENCES: Miller, 1972; Penner, 1972.

Selección por Congelamiento (Figura 52)

Es el movimiento diferencial vertical y horizontal de los sedimentos de diferente granulometría como resultado de la *Acción del Congelamiento*.

Frost Sorting (Figure 52)

The differential movement of soil particles of different size ranges as a result of *Frost Action*.

REFERENCES: Washburn, 1979; Corte, 1997.

Selección Vertical

Fenómeno mediante el cual las partículas por multicongelación se ordenan, las partículas finas están abajo y las grandes se van hacia la superficie. El proceso está vinculado especialmente con un medio saturado, cuando la humedad decrece, parale-

lamente decrece la selección y a la granulometría del sedimento. Cuando el proceso criogénico determina una diferenciación granulométrica en planta se lo denomina *Selección Horizontal*.

Vertical selection

This is a phenomenon of particle sorting caused by multiple freeze-thaw processes. Fine particles move downward whereas larger particles are transported to the surface. The process is correlated to the moisture content of the ground. The particle selection decreases with decreasing moisture content. When the cryogenic process determines a horizontal particle differentiation then this is called a *Horizontal Selection*.

REFERENCES: Högbom 1914; Taber 1929; Corte, 1962a, 1962b, Ahumada, 1986.

Soliflujión (Figura 53, Figura 54, Figura 55, Figura 56)

Es el movimiento lento, ladera abajo de materiales saturados descongelados. La presencia de un sustrato congelado, en *Congelamiento* o *Descongelamiento* no está incluida en la definición original (Andersson, 1906). Sin embargo, un componente de la *Soliflujión* puede ser la *Gelireptación del Suelo congelado*. Los valores de flujo pueden variar considerablemente. El término *Soliflujión* es generalmente usado con procesos que operan en áreas con *Permafrost* o *Congelamiento Estacional*, aunque para el primero se prefiere el término *Geliflujión*.

Solifluction (Figure 53, Figure 54, Figure 55, Figure 56)

Slow downslope flow of saturated unfrozen earth materials. The presence of a frozen substrate, or even freezing and thawing is not implied in the original definition (Andersson, 1906). However, one component of *Solifluction* can be the *Creep of Frozen Ground*. Rates of flow vary widely. The term is commonly applied to processes operating in both *Seasonal Frost* and *Permafrost* areas. *Solifluction* in *Permafrost* is commonly referred to as *Gelifluction*.

REFERENCES: Andersson, 1906; Washburn, 1979.

Suelo Congelado (Figura 7)

Es el suelo o roca en que parte o toda el agua intersticial se ha transformado en *Hielo*. Los suelos estacional o perennemente congelados pueden estar parcial o extensamente congelados, dependiendo del estado del cambio de fase del agua a *Hielo*. Los suelos congelados pueden ser descritos como suelos congelados duros, plásticos o secos, dependiendo de los contenidos de agua y *Hielo Intersticial* y su compresibilidad bajo carga. Los suelos congelados duros están firmemente cementados por *Hielo*, están expuestos a fallas frágiles y casi no presentan consolidación bajo cargas. Los suelos congelados plásticos, aunque están cementados por *Hielo*, tienen algunas propiedades viscosas debido a su alto contenido de agua líquida y por lo tanto son

compresibles y deformables bajo carga. Los suelos congelados secos tienen un muy bajo contenido de agua y no son cementados por *Hielo*. Su compresibilidad es la misma que en su estado no congelado si su composición, contenido de agua y densidad se mantienen constante.

Frozen Ground (Figure 8)

Soil or rock in which part or all of the pore water has turned into *Ice*. Perennially and seasonally *Frozen Ground* can vary from being partially to extensively frozen depending on the extent of the phase change. It may be described as hard *Frozen Ground*, plastic *Frozen Ground*, or dry *Frozen Ground*, depending on the *Pore Ice* and unfrozen water contents and its compressibility under load. Hard-frozen soils are firmly cemented by *Ice*, are subject to brittle failure, and exhibit practically no consolidation under load. Plastic-frozen soils are cemented by *Ice* but have viscous properties due to their high unfrozen water content and therefore will compress and deform under load. Dry, or friable-frozen, soils have a very low total water content and are not cemented by *Ice*; their compressibility is the same as for unfrozen soils having the same composition, total water content and density.

REFERENCES: van Everdingen, 1976.

Suelo Criótico

Es el suelo, o roca, que se encuentra a temperatura de 0°C o menor. Los términos criótico y no-criótico fueron introducidos con el objeto de solucionar el problema semántico identificado por Brown and Kupsch (1974), por la ausencia de términos que diferencien materiales con temperaturas sobre o bajo 0°C, de materiales descongelados (sin *Hielo*) y materiales congelados (con *Hielo*). Los términos crióticos o no-crióticos se refieren solamente a la temperatura del material descripto, independientemente de su contenido de agua o *Hielo*. El término "terrenos perennemente crióticos" se refiere a los terrenos que presentan una temperatura de 0°C o menor por dos o más años continuos y por ende es sinónimo de *Permafrost*.

Cryotic Ground

Soil or rock at temperatures of 0°C or lower. The terms "cryotic" and "non-cryotic" were introduced to solve a major semantic problem identified by Brown and Kupsch (1974), namely the lack of specific separate terms to designate "above 0°C" and "below 0°C" as opposed to "unfrozen" (not containing *Ice*) and "frozen" (containing *Ice*). Cryotic and non-cryotic refer solely to the temperature of the material described, independent of its water or *Ice Content*. Perennially *Cryotic Ground* refers to ground that remains at or below 0°C continuously for two or more years and is therefore synonymous with *Permafrost*.

REFERENCES: Brown and Kupsch, 1974; van Everdingen, 1976.

Suelo Estructurado (Figura 57, Figura 58, Figura 59)

Es un término general, dado a cualquier terreno que muestra patrones morfológicos organizados y aproximadamente simétricos por fenómenos criogénicos. Algunas estructuras de suelo se presentan en áreas sin *Permafrost*, pero generalmente están más desarrolladas en regiones donde existe o existió la *Acción del Congelamiento*. Algunas de las estructuras más comunmente encontradas son: círculos, redes, bandas y *Polígonos* de piedra seleccionados y no seleccionados. En áreas con *Permafrost*, la estructura más recurrente es el *Polígono de Cuñas de Hielo* y los macrocírculos de piedra seleccionados.

Patterned Ground (Figure 57, Figure 58, Figure 59)

A general term for any ground surface exhibiting a discernibly ordered, more or less symmetrical, morphological pattern of ground and, where present, vegetation. Some *Patterned Ground* features are not confined to *Permafrost* regions but they are best developed in regions of present or past intensive *Frost Action*. A descriptive classification of *Patterned Ground* includes such features as non-sorted and sorted circles, nets, *Polygons*, steps and stripes, and *Solifluction Features*. In *Permafrost* regions, the most ubiquitous macro-form is the *Ice-wedge Polygon*, and a common micro-form is the nonsorted circle.

REFERENCES: Washburn, 1979; Mackay and MacKay, 1976; Tarnocai and Zoltai, 1978; Shilts, 1978; Mackay, 1980; Trombotto, 1991; Trombotto and Ahumada, 2005.

Suelo no Congelado

Es suelo o roca que no contiene ningún tipo de *Hielo*. El *Suelo no Congelado* puede ser criótico ($T \leq 0^\circ\text{C}$) si una depresión del *Punto de Congelamiento* evita el *Congelamiento* del agua intersticial o si no existe agua disponible (*Permafrost Seco*). El suelo no debe ser descrito como descongelado, a menos que se sepa que previamente contuvo *Hielo*.

Unfrozen Ground

Soil or rock that does not contain any *Ice*. *Unfrozen Ground* can be cryotic ($T \leq 0^\circ\text{C}$) if freezing-point depression prevents freezing of the pore water, or if no water is available to freeze (e.g., in *Dry Permafrost*). It should not be called thawed ground, unless it is known that the ground had previously contained *Ice*.

REFERENCES: van Everdingen, 1976.

Taffoni (Figura 60)

Rocas con oquedades que se forman principalmente debido a la erosión eólica de los ambientes periglaciales.

Tafoni (Figure 60)

Rocks with hollows formed mainly due to wind erosion in the periglacial environment.

REFERENCE: Trombotto and Ahumada, 2005.

Talik (Figura 3)

Es una parte del *Suelo no Congelado* emplazado en un área con *Permafrost* que ocurre como resultado de una anomalía local bajo condiciones térmicas, hidrológicas, hidrogeológicas o hidro-químicas. Los *Talik* pueden tener temperaturas sobre 0°C (no criótico) o bajo 0°C (criótico). Algunos *Talik* pueden ser afectados por *Congelamiento Estacional*. Diferentes tipos de *Talik* pueden ser distinguidos en base a su relación con el *Permafrost* de los alrededores (cerrado, abierto, lateral, aislado o transitorio) y en base al mecanismo responsable de su condición de Descongelamiento (hidroquímico, hidrotérmico o térmico):

- *Talik* cerrado: Es un *Talik* no criótico que ocupa una depresión en el tope del *Permafrost* debajo de un lago o río (también llamado *Talik* de lago o río). Su temperatura permanece sobre 0°C debido al calor almacenado en el agua del lago o río.
- *Talik* hidroquímico: Es un *Talik* criótico en el que el *Congelamiento* no se lleva a cabo debido al agua mineralizada que fluye a través de él.
- *Talik* hidrotérmico: Es un *Talik* no criótico en el que su temperatura permanece sobre 0°C como consecuencia del calor suministrado por el agua subterránea que fluye por él.
- *Talik* insular: Es un *Talik* enteramente rodeado por suelo perennemente congelado, usualmente criótico, pero en algunos casos, puede ser no criótico.
- *Talik* lateral: Es un *Talik* en el que el suelo arriba y debajo de él es *Permafrost*. Puede ser criótico o no.
- *Talik* abierto: es un *Talik* que penetra el *Permafrost* completamente y conecta el agua sub *Permafrost* y supra *Permafrost*. Puede ser criótico o no.
- *Talik* térmico: Es un *Talik* no criótico cuya temperatura permanece sobre 0°C debido a las condiciones térmicas locales del suelo.
- *Talik* transicional: Es un *Talik* que está siendo gradualmente eliminado por *Congelamiento*.

Talik (Figure 4)

A layer or body of *Unfrozen Ground* occurring in a *Permafrost* area due to a local anomaly in thermal, hydrological, hydrogeological, or hydrochemical conditions.

Taliks may have temperatures above 0°C (non-cryotic) or below 0°C (cryotic). Some *Taliks* may be affected by seasonal freezing. Several types of *Taliks* can be distinguished on the basis of their relationship to the *Permafrost* (closed, open, lateral, isolated and transient *Taliks*), and on the basis of the mechanism responsible for their unfrozen condition (hydrochemical, hydrothermal and thermal *Taliks*):

- Closed *Talik* - a non-cryotic *Talik* occupying a depression in the *Permafrost Table* be-

- low a lake or river (also called "lake *Talik*" and "river *Talik*"); its temperature remains above 0°C because of the heat storage effect of the surface water;
- Hydrochemical *Talik* - a cryotic *Talik* in which freezing is prevented by mineralized groundwater flowing through the *Talik*.
 - Hydrothermal *Talik* - a non-cryotic *Talik*, the temperature of which is maintained above 0°C by the heat supplied by groundwater flowing through the *Talik*;
 - Isolated *Talik* - a *Talik* entirely surrounded by perennially *Frozen Ground*; usually cryotic, but may be non-cryotic;
 - Lateral *Talik* - a *Talik* overlain and underlain by perennially *Frozen Ground*; can be non-cryotic or cryotic;
 - Open *Talik* - a *Talik* that penetrates the *Permafrost* completely, connecting supra*Permafrost* and *Subpermafrost Water*. It may be non-cryotic or cryotic.
 - Thermal *Talik* - a non-cryotic *Talik*, the temperature of which is above 0°C due to the local thermal regime of the ground;
 - Transient *Talik* - a *Talik* that is gradually being eliminated by freezing.

REFERENCES: Williams, 1965; Washburn, 1973; van Everdingen, 1976.

Temperatura Media Anual de Superficie

Es la temperatura media anual de la superficie del suelo. Existe *Permafrost* si la temperatura media anual de la superficie está continuamente por debajo de los 0°C. Aunque la temperatura media anual de la superficie esté por debajo de los 0°C, la temperatura de la superficie presenta variaciones durante el año, ocasionando así que una capa de suelo, inmediatamente debajo de la superficie se descongele en el verano y se congele en el invierno (*Capa Activa*).

Mean Annual Ground-Surface Temperature (MAGST)

Mean annual temperature of the surface of the ground. *Permafrost* exists if the *Mean Annual Ground-Surface Temperature* is perennially below 0°C. Although the mean annual surface temperature may be below 0°C, the surface temperature will fluctuate during the year, causing a layer of ground immediately beneath the surface to thaw in the summer and freeze in the winter (the *Active Layer*).

Temperatura Media Anual del Suelo

Es la *Temperatura Media Anual del Suelo* a una profundidad determinada. La *Temperatura Media Anual del Suelo* aumenta generalmente en función de la profundidad bajo la superficie. La *Temperatura Media Anual del Suelo* a la profundidad de amplitud cero es comúnmente usada para evaluar las condiciones térmicas del suelo en diferentes lugares.

Mean Annual Ground Temperature (MAGT)

Mean annual temperature of the ground at a particular depth. The mean annual temperature of the ground usually increases with depth below the surface. The *Mean Annual*

Ground Temperature at the Depth of Zero Annual Amplitude is often used to assess the thermal regime of the ground at various locations.

Termokarst (Figura 62, Figura 63)

Es el proceso por el cual se forman algunas geformas típicas como resultado del *Descongelamiento de Permafrost Rico en Hielo* o el derretimiento de *Hielo Macizo*. Algunas otras geformas encontradas en terreno con permafrost degradado incluyen alases (Figura 15), lagos y domos de termokarst.

Thermokarst (Figure 62, Figure 63)

The process by which characteristic landforms result from the thawing of *Ice-Rich Permafrost* or the melting of *Massive Ice*. Landforms found in *Thermokarst* terrain include *Alases*, *Thermokarst Lakes*, and *Thermokarst Mounds*.

REFERENCES: French, 2007; Washburn, 1979; Trombotto et al., 2008.

Terrazas de Crioplanación / Crioplanicie (Figura 13, Figura 19, Figura 61)

Son grandes terrazas esculpidas en la roca, relacionadas también con superficies de pedimentos o criopedimentos. Usualmente se encuentran en ambientes de altura y en relación a procesos criogénicos (criosclastesis, geliflucción/soliflucción y nivación). Pueden ser cuspidales o ubicarse en pendientes o entre montañas (criocubeta). Otros términos usados para describirlas son: terrazas de goletz, terrazas de altiplanación, terrazas de *Nivación* y terrazas de equiplanación. *Crioplanicies* de ladera ocurren generalmente en áreas no glaciarias del norte de Norte América y Rusia, pero también han sido descritas para zonas de Sudamérica. Las *Terrazas de Crioplanación* tienen formas variadas. Pueden tener forma de hoz o elongadas y relativamente angostas. Sus dimensiones varían entre 50 m a más de 400 - 600 m de largo.

Cryoplanation Terraces (Figure 14, Figure 19, Figure 61)

Closely related to pediment like surfaces are large terraces carved in bedrock. They usually occupy higher elevations in the landscape. Other terms used to describe these features are goletz terraces, altiplanation terraces, *Nivation* terraces and equiplanation terraces. These slope profiles occur mainly in the unglaciated regions of northern North America, Russia, but have also been recognized in South America. *Cryoplanation Terraces* vary in form; they may be sickle-like or elongated and relatively narrow in shape. Their dimensions also vary; the smallest may be less than 50 m in maximum dimensions while others exceed 400 – 600 m in length.

REFERENCES: Czudek, 1989; French, 2007; Trombotto, 1991, 2000.

Thufur (Figura 64)

Montículos perennes formados en la *Capa Activa* en áreas de *Permafrost*, o en su defecto, en la capa sujeta a congelamiento estacional en áreas que no presentan *permafrost*. Los montículos pueden tener hasta 50 cm de alto y 160 cm de diámetro y pueden volver a formarse después de 20 años seguidos de su destrucción original. El crecimiento se ve favorecido por la presencia de sedimentos tipo limo y un drenaje razonablemente bueno.

Thufur (Figure 64)

Perennial hummocks formed in either the *Active Layer* in *Permafrost* areas, or in the seasonally frozen ground in non-*permafrost* areas, during freezing of the ground. The hummocks may be as much as 50 cm in height and 160 cm in diameter and can reform within 20 years following destruction. Growth is favoured by silty sediments and reasonably good drainage.

REFERENCES: Thorarinsson, 1951; Schunke, 1975; Scotter and Zoltai, 1982.

Tope de Permafrost (Figura 1, Figura 3)

Es el límite superior del *Permafrost*.

Permafrost Table (Figure 2, Figure 4)

The upper boundary surface of *Permafrost*.

REFERENCES: Muller, 1943; Stearns, 1966; Washburn, 1979.

Tor (Figura 65)

Afloramiento rocoso producto de criometeorización incompleta. La génesis de los *Tors* está muy relacionada con las estructuras de las rocas, especialmente con el grado de fisilidad de las mismas. Se clasifican en tors de ladera, los localizados en las márgenes de los valles y rodeados por pendientes con cobertura criodetrítica, con ángulos de inclinación entre 20° y 30° (depende de la roca) y en tors apicales, los que se ubican en las cimas de las montañas. Estos últimos están asociados a crioplanicies y presencia de campo de bloques o *felsenmeer*.

Tor (Figure 65)

Rock outcrop due to incomplete frost weathering. The origin of *Tors* is strongly related to the rock structure, especially with their degree of fissility. *Tors* can be classified in slope tors, located along the margins of valleys and surrounded by slopes covered by cryogenic debris with slope angles between 20° and 30°, and apical tors, located on mountain summits. The latter are related to cryoplanation terraces and *felsenmeer*.

REFERENCES: French, 2007; Hamelin and Cook, 1967; Trombotto, 1991.

Turbera (Figura 42, Figura 43, Figura 66)

Las turberas son ecosistemas semiacuáticos cenagosos caracterizados por presentar una acumulación de materia orgánica y procesos sedimentarios en aguas estancadas (Göttlich, 1990). Se localizan en un ambiente denominado "moor" en la literatura internacional, con al menos 30 cm de turba o capa orgánica mayor del 75 %, y si este porcentaje es menor, al ambiente lo llaman "anmoor". Son típicas las turberas en el S sudamericano, en Chile y Argentina, como en Tierra del Fuego. Son, a su vez denominadas ombrotáficas si las turberas se alimentan de aguas de lluvia principalmente, y minerotáficas o "fen" si se alimentan de agua proveniente de cursos de agua. En los valles glaciarios (cwm en Patagonia, i.e. Cwm Hyfryd, cwm Bagillt) y periglaciales, y en las laderas de los Andes se encuentran humedales denominados vegas o mallines, que representan también ecosistemas similares a las turberas y serían como un tipo de "anmoor". Los mallines pueden encontrarse cercanos a los glaciares o en ambientes de tundra andina con condiciones criogénicas (con hielo) o de congelamiento invernal similares a las turberas. En los Andes Patagónicos y Comarca Andina también se los denomina cors (i.e. cors Bagillt).

Peat Bog / Peatland (Figure 42, Figure 43, Figure 66)

Peat is a deposit consisting of decayed or partially decayed humified plant remains. Peat plateaus are generally flat-topped expanses of peat, elevated above the general surface of a peatland, and containing segregated ice that may or may not extend downward into the underlying mineral soil. Some controversy exists as to whether peat plateaus and palsas are morphological variations of the same features, or genetically different. Layers or lenses of segregated ice occur especially in the mineral soil but they are thinner and less extensive in peat plateaus than in palsas. Flat-topped, somewhat raised peatlands without an icy core occur in non-permafrost environments but are not peat plateaus.

REFERENCES: Roivainen, 1954; Boelke et al., 1985, Wingeroth, 1992.

Valle Asimétrico

Valles cuyas pendientes presentan diferente exposición solar y por lo tanto una erosión diferencial sensible a la temperatura. La pendiente fría es la más abrupta y la más calida, la más suave y con mayor cantidad de ciclos de congelamiento y descongelamiento, que influyen sobre su criometeorización y soliflucción/geliflucción. Los valles asimétricos dependen del hemisferio en que se encuentren. En el hemisferio S las pendientes frías son las S.

En los ambientes fríos andinos pueden diferenciarse:

1. Valles con fondo de cuna o dell
2. Valles en V
3. Valles con fondo plano

Asymmetric Valley

Asymmetric Valleys form due to the aspect driven sun exposure and thermal erosion. The

cold slopes are the steepest, whereas warmer slopes typically experience more freeze-thaw cycles, hence weathering and *Solifluction* / *Gelifluction* processes. The asymmetry depends on the hemisphere. In the Southern hemisphere, south facing slopes are colder. In the cold environments of the Andes one can distinguish between:

1. Valles unregularly bottomed
2. V-shaped valleys
3. Flat-bottomed, or U-shaped valleys

REFERENCES: Semmel, 1985.

Vena de Hielo

Fisura o *Grieta* en el suelo que está rellena con *Hielo*.

Ice Vein

An *Ice*-filled crack or fissure in the ground.

Ventifacto

Clastos o bloques modelados por el viento.

Ventifact

Clasts and blocks that have been carved by wind.

REFERENCE: Trombotto and Ahumada, 2005.

Volcanes de la Tundra Andina

Exestructuras de extrusión. Acumulación superficial de sedimentos finos que son expelidos por presión criostática. Suelen formar o estar combinados con suelos estructurados de tipo redes.

Frost Boil / Mud Boil

A small mound of soil material, presumed to have been formed by frost action. A type of nonsorted circle; they are commonly found in fine-grained sediments underlain by permafrost, but also occur in non-permafrost areas.

REFERENCES: Corte, 1965; Trombotto, 1985.

Zonación Altitudinal del Permafrost

Es la subdivisión vertical de un área con *Permafrost de Montaña* en zonas, basada en la proporción del terreno que permanece permanentemente criótica. A medida que las temperaturas medias anuales disminuyen con el aumento de la elevación, se pue-

de esperar que el *Permafrost de Montaña* sea más extenso, grueso y frío, aunque la exposición y la distribución de la vegetación y cubierta nival pueda variar y moderar este efecto.

Altitudinal Zonation of Permafrost

The vertical subdivision of an area of *Mountain Permafrost* into *Permafrost* zones, based on the proportion of the ground that is perennially cryotic. As mean annual temperatures decrease with increasing elevation, *Mountain Permafrost* can be expected to be more extensive, thicker and colder at higher elevations, although aspect and the extent of vegetation and *Snow Cover* will moderate this effect.

REFERENCES: Burn, 1994.

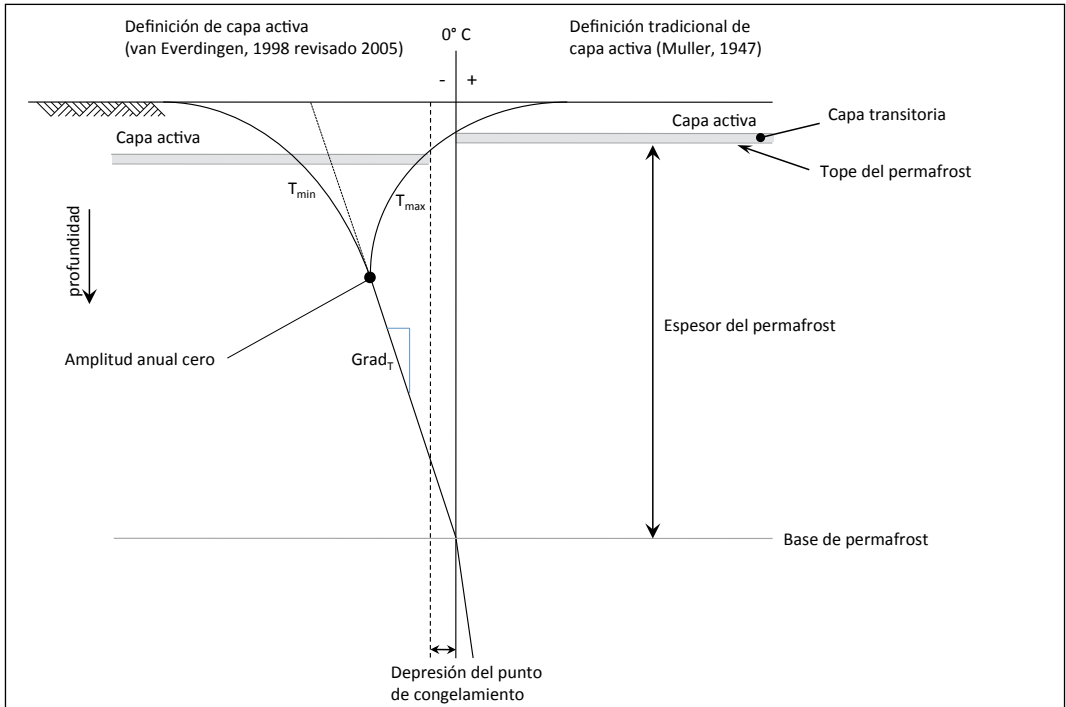


Figura 1. Términos de permafrost

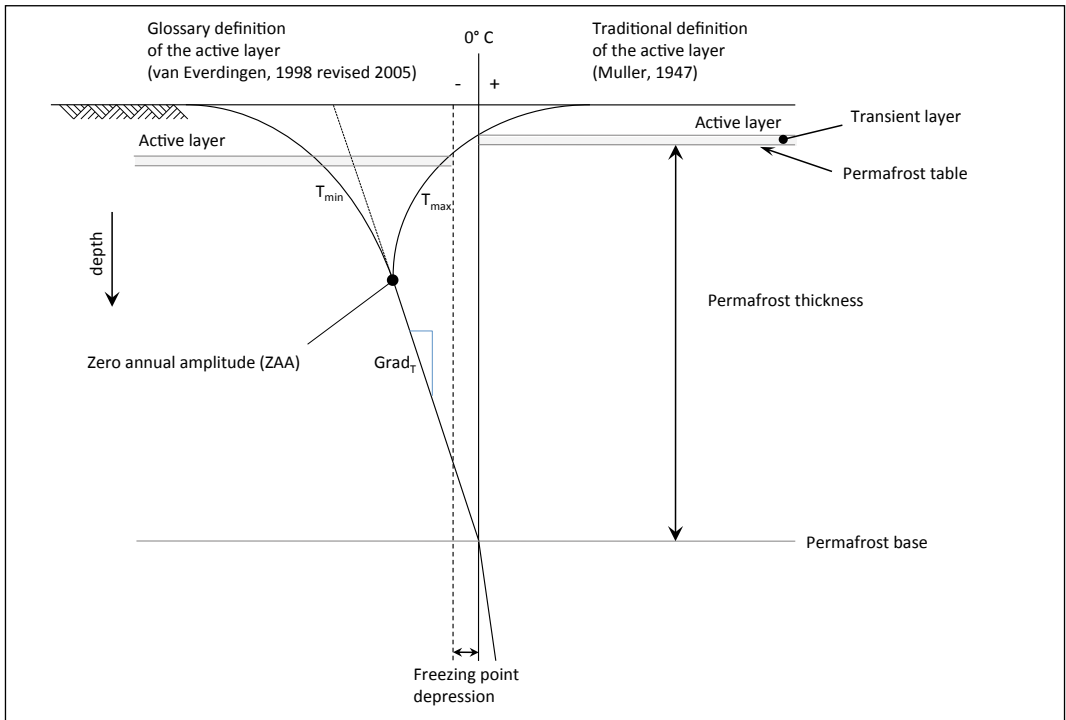


Figure 2. Permafrost related terms

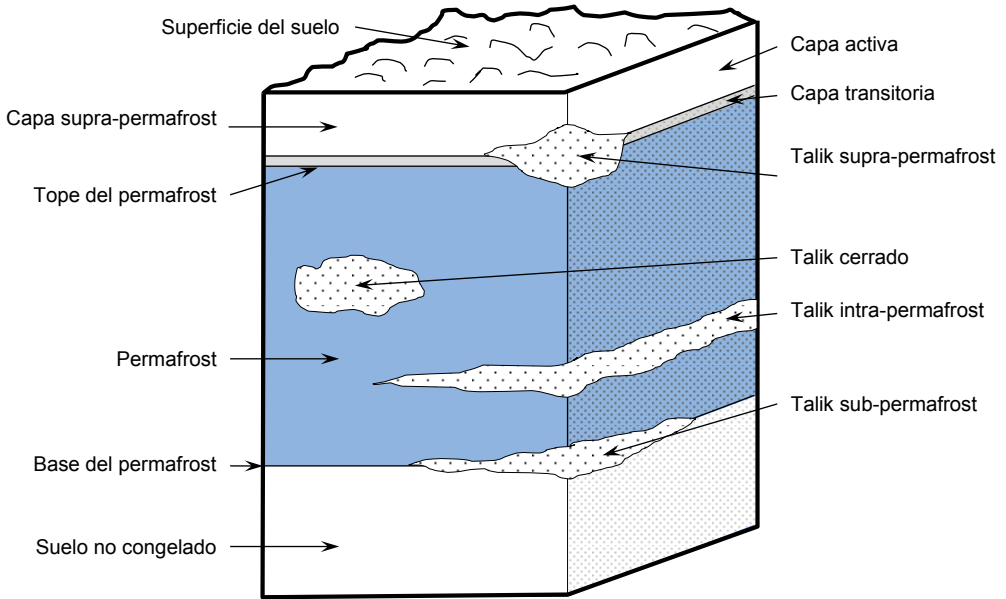


Figura 3. Términos relacionados al permafrost

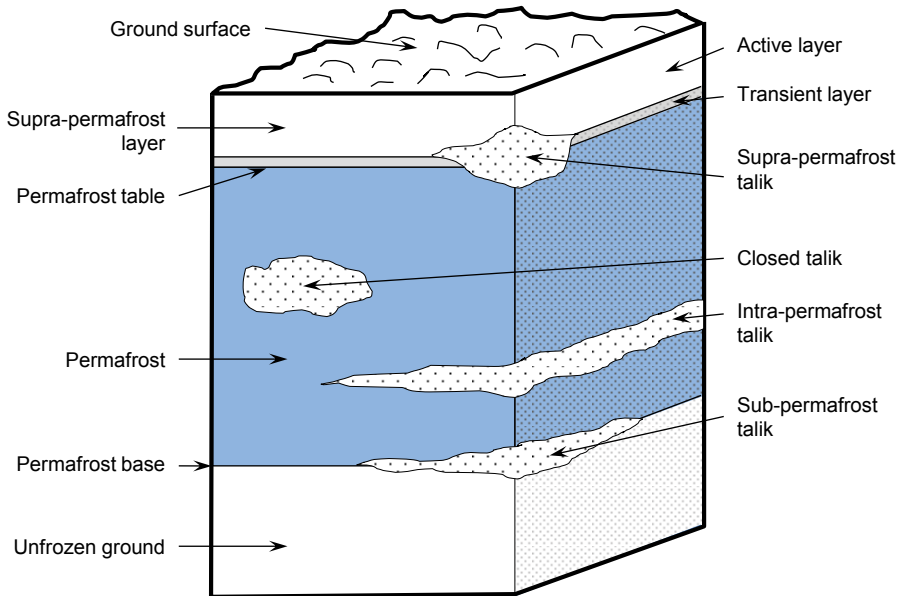


Figure 4. Permafrost related terms

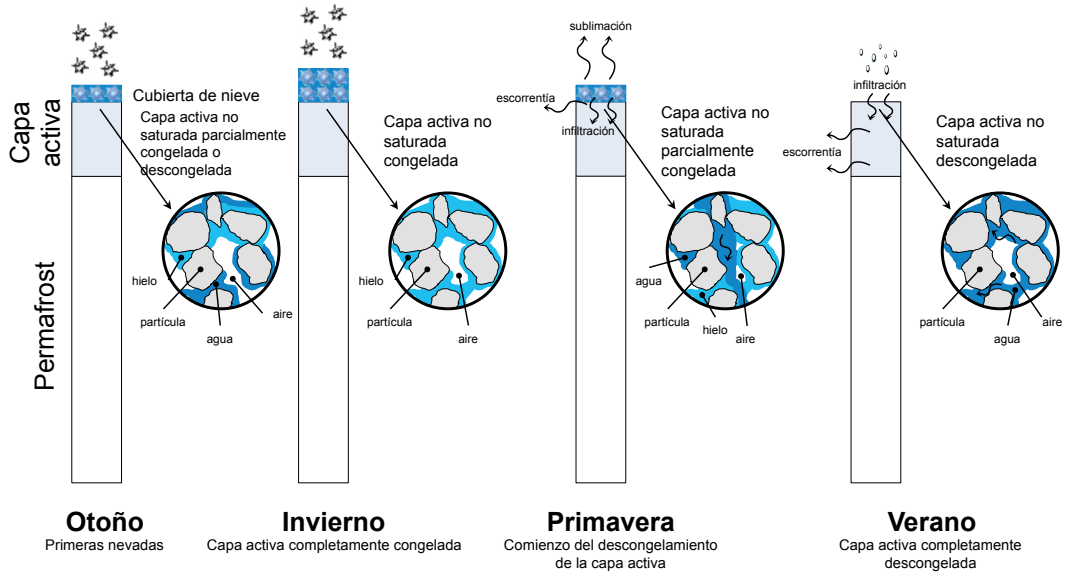


Figura 5. Capa activa

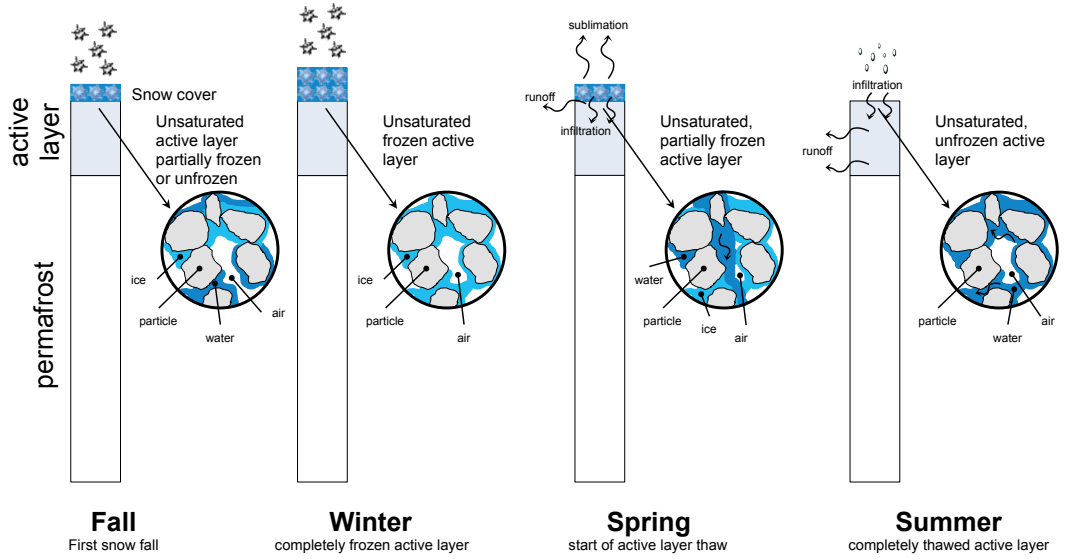


Figure 6. Active-layer

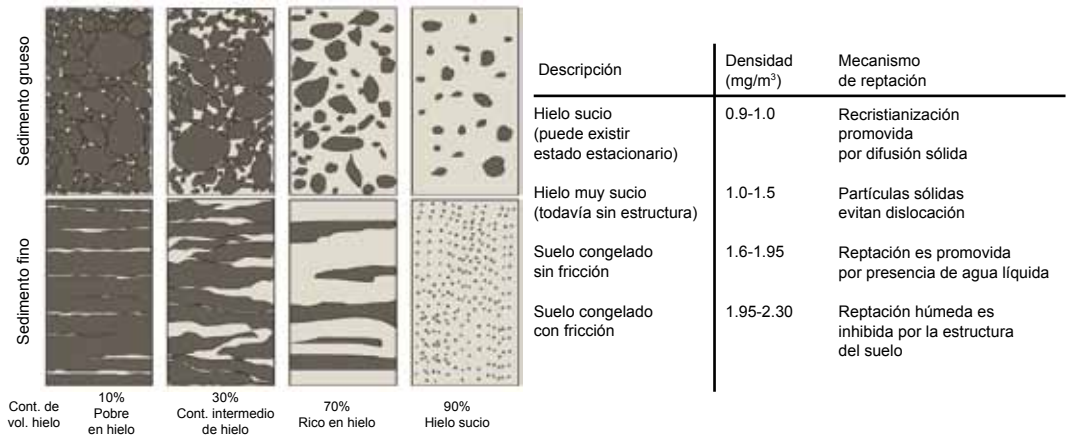


Figura 7. Hielo de Suelo o Subterráneo (Arenson et al., 2007; Weaver, 1947)

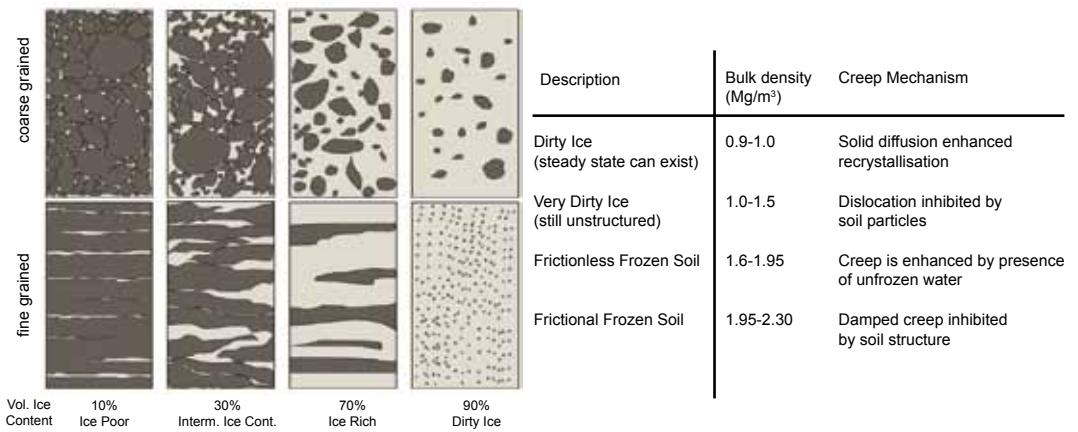


Figure 8. Ground Ice (Arenson et al., 2007; Weaver, 1947)

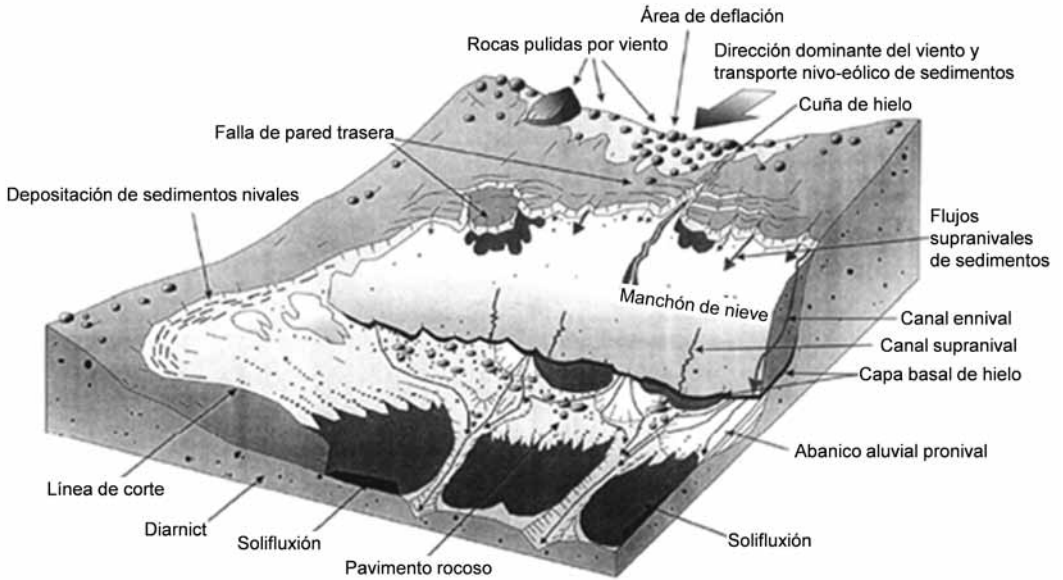


Figura 9. Modelo idealizado de una depresión nival al costado de una colina. Nótese el abanico aluvial en la base del manchón de nieve. / Nivación (Thorn and Hall, 2002)

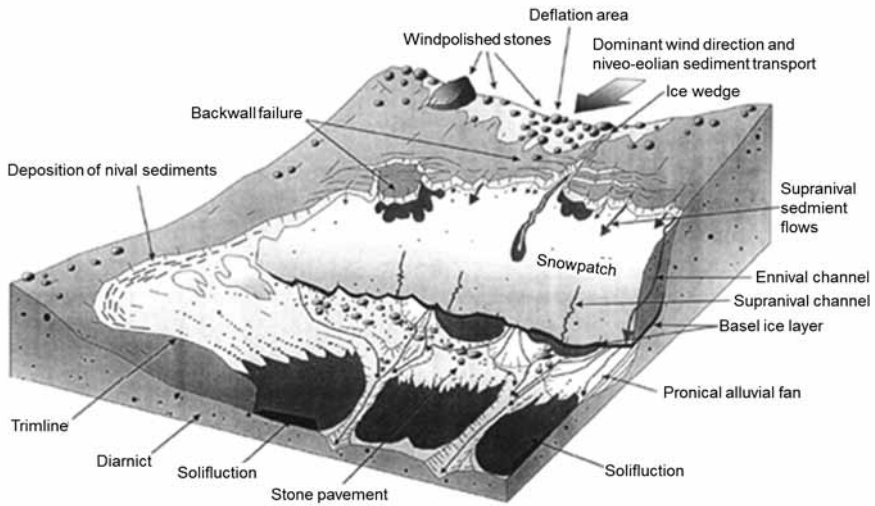


Figure 10. Idealized model of a nivation hollow in the side of a hill. Note the erosional alluvial fan at the base of the snowpatch (Thorn and Hall, 2002)

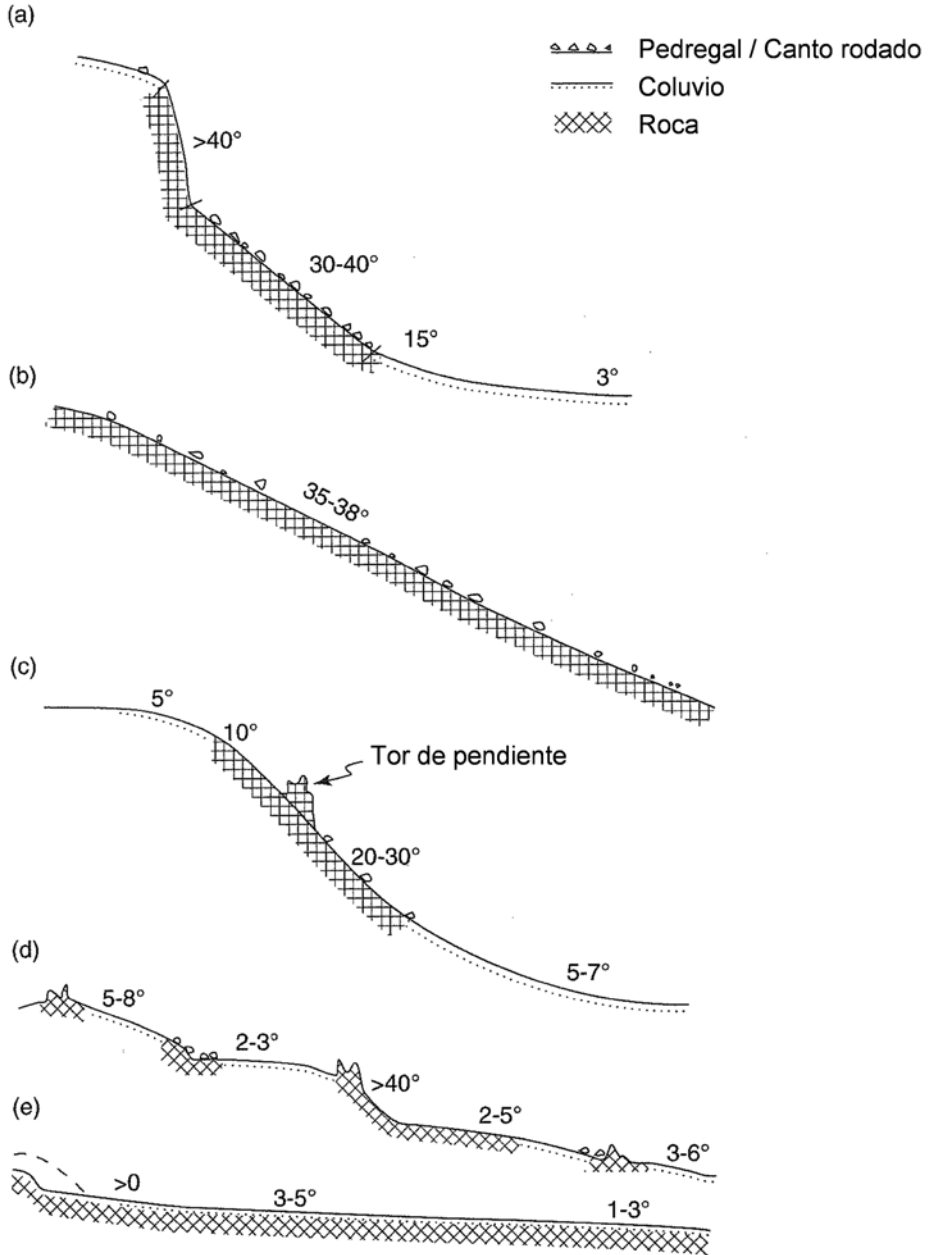


Figura 11. Formas típicas de pendientes encontradas en ambientes periglaciales contemporáneos (French, 2007)

- (a) Pendiente de cara libre
- (b) Laderas recto-lineales cubiertas con detrito
- (c) Laderas convexo-cóncavo cubiertas con detrito
- (d) Perfiles de terrazas
- (e) Formas de tipo pedimento

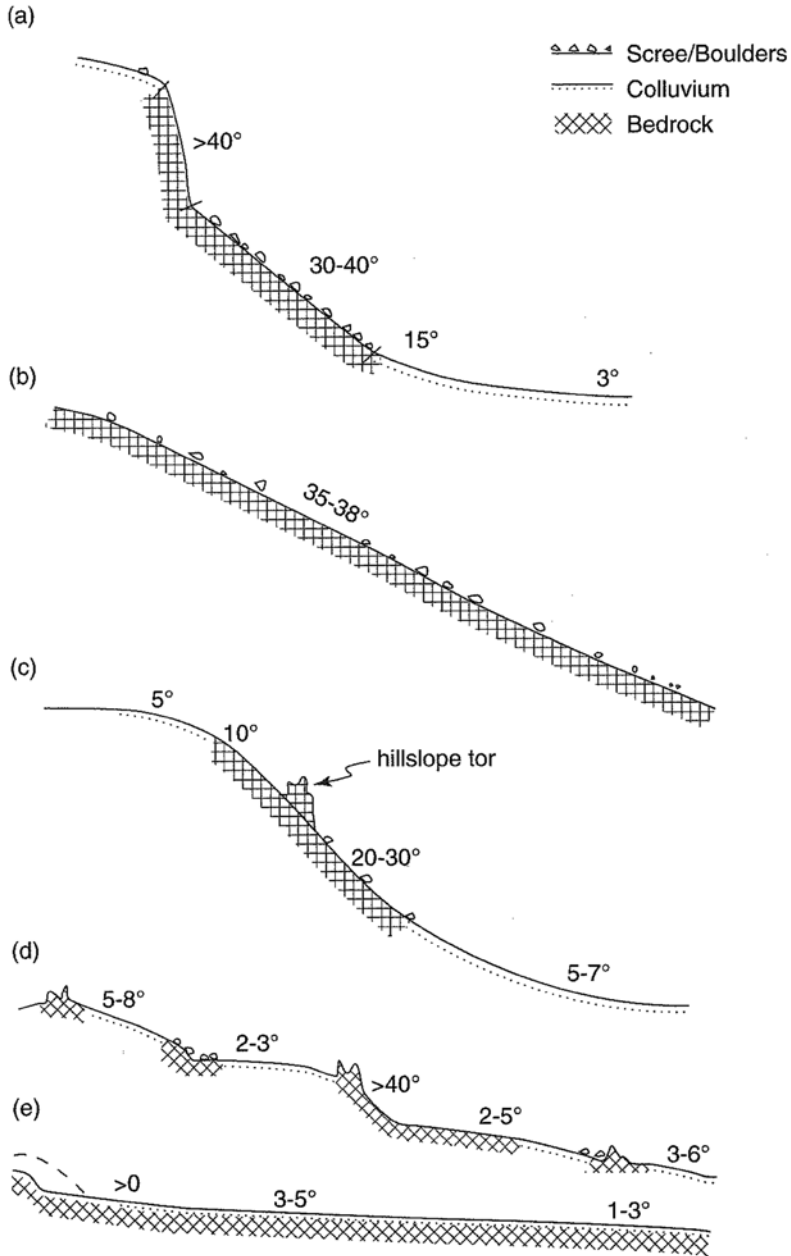


Figure 12. Typical slope forms found in present-day periglacial environments (French, 2007)

- (a) Free-face slope,
- (b) Rectilinear debris-mantled slope,
- (c) Convexo-concavo debris-mantled slope,
- (d) Stepped (terraced) profile, and
- (e) Pediment-like form.

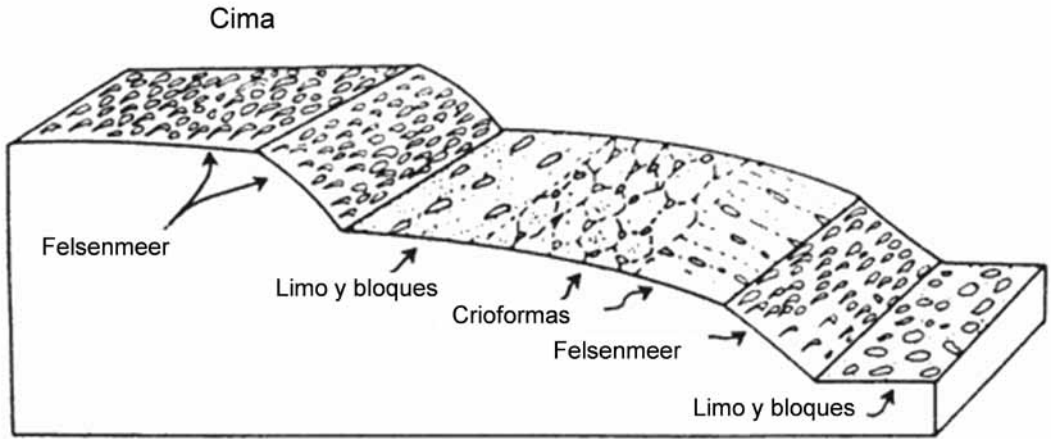


Figura 13. Terrazas de crioplanación (Taiga Net)

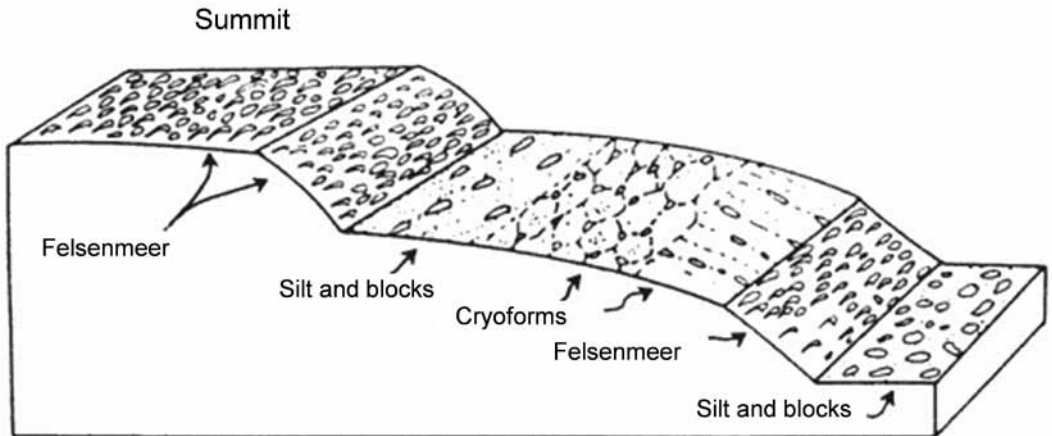


Figure 14. Cryoplanation terraces (Taiga Net)



Figura 15. Alass / Alas (rst.gsfc.nasa.gov)



Figura 16. Círculos de piedra, Lagunita del Plata, Mendoza / Stone rings, Lagunita del Plata, Mendoza
(Fuente: D. Trombotto)



Figura 17. Criometeorización / Frost weathering (Matsuoka and Murton, 2008)



Figura 18. Criometeorización, macrogelivación, Gorsedd y Cwmwl, Andes de la Región de los Lagos, Patagonia / Frost weathering, Gorsedd y Cwmwl, Wet Andes, Patagonia (Fuente: Trombotto)



Figura 19. Crioplanicie / Cryoplanation terrace (Fuente: Trombotto)



Figura 20. Crioturbação / Cryoturbation (Fuente: Trombotto)



http://131.130.57.239/sibirien/Taiga_Nord.htm

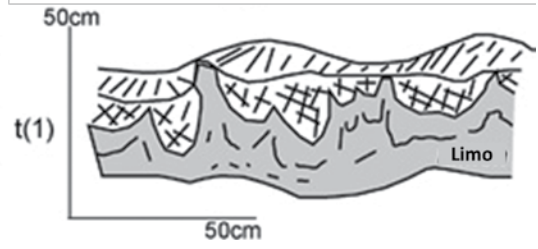
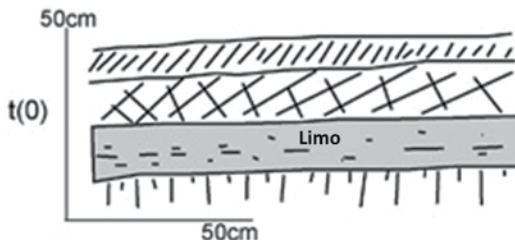
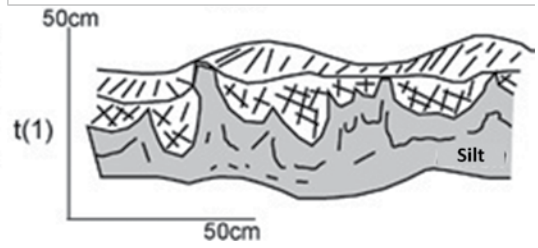
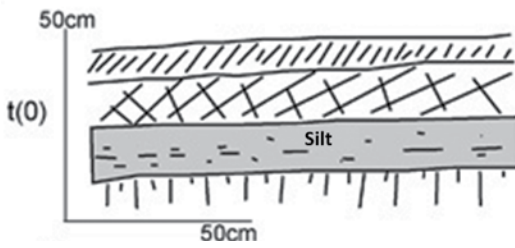


Figura 21. Crioturbação / Cryoturbation (Morard et al., 2009)



Figura 22. Cuña de hielo / Ice wedge (Fuente: Trombotto)



Figura 23. Cuña de hielo fósil / Relict ice wedge (Fuente: BGC y Corte/IANIGLA)



Figura 24. Domo de congelamiento, Andes Desérticos Chilenos / Frost mound, Andean Desert, Chile (Fuente: Trombotto)

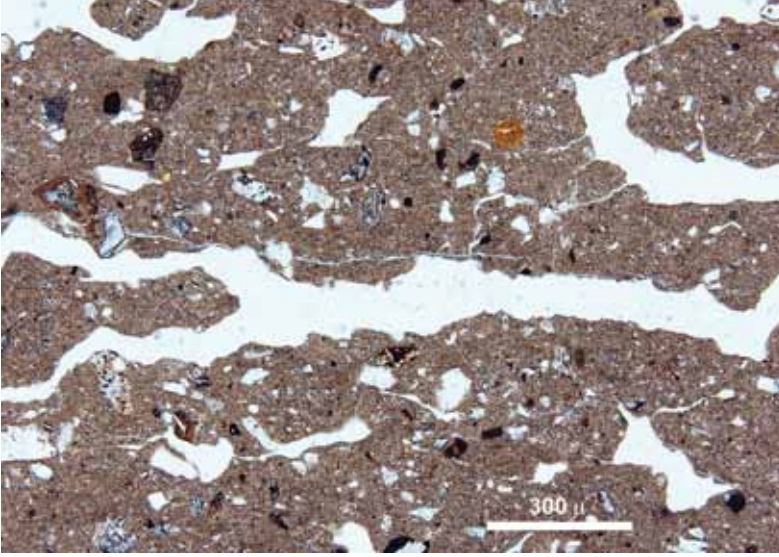


Figura 25. Fábrica Metafragmoidea / Metafractured structure (Fuente: Trombotto)



Figura 26. Gaps (Fuente: Trombotto)



Figura 27. Geliflución / Gelifluction (Fuente: BGC)



Figura 28. Gelifracción, Trollbrot / Frost shattering (Fuente: BGC / Trombotto)





Figura 29. Glaciar / Glacier (Piedras Blancas glacier, Santa Cruz; Fuente: Trombotto)



Figura 30. Glaciar de escombros activo / Active rock glacier (Fuente: Trombotto)



Figura 31. Glaciares de escombros / Rock glaciers; izquierda / left: criogénico / cryogenic (Fuente: Trombotto); derecha / right: glaciónico / glaciogenic (Fuente: Castro)



Figura 32. Grèzes Litées con “cola de quirquincho”, Cordón del Portillo; Mendoza / Stratified slope waste deposits, Cordón del Portillo; Mendoza (Fuente: Trombotto)



Figura 33. Grieta de contracción térmica / Thermal contraction cracks (Fuente: Trombotto)



Figura 34. Flujo de detrito (en la foto de la derecha y dentro del círculo una persona parada) / Debris flow (a person is circled in the picture on the right) (Fuente Trombotto)



Figura 35. Hielo cemento / Ground ice
(Fuente: Trombotto, BGC)



Figura 36. Hielo enterrado, Volcán Peteroa / Buried ice, Peteroa Volcano (Fuente: Trombotto)



Figura 37. Cristales hexagonales de hielo / Hexagonal ice structure (Fuente Trombotto)



Figura 38. Hielo en poros / Pore ice (Fuente Trombotto)



Figura 39. Pipkrake, hielo acicular, Bolivia / Needle ice, Bolivia (Fuente: Alonso)



Figura 40. Pipkrake, hielo acicular, Bariloche/ Needle ice, Bariloche (Fuente: Trombotto)



Figura 41. Icing, Andes Desérticos Chilenos/ Icing, Desert Andes, Chile (Fuente: Trombotto)



Figura 42. Mallín o Vega andina en pendiente/ Peat Bog - Peatland (Fuente: Trombotto)



Figura 43. Mallín, cors patagónico, vega andina (Vega del Yaucha)/ Peat Bog - Peatland (Vega del Yaucha)
(Fuente: Trombotto)



Figura 44. Microtexturas. Granos de cuarzo de ambiente periglacial andino (escala 100 μ), izquierda de depósitos criometeorizados, derecha de glaciar de escombros / Microtexture: Quartz grains from Andean periglacial environment (scale: 100 μ); left: frost weathering; right: from rock glacier (Fuente: Trombotto)



Figura 45. Morena / Moraine (Fuente: BGC)



Figura 46. Pendiente plana / Rectilinear debris-mantled slope (Fuente: Trombotto)



Figura 47. Pendientes planas / Rectilinear debris-mantled slope (Fuente: Trombotto)

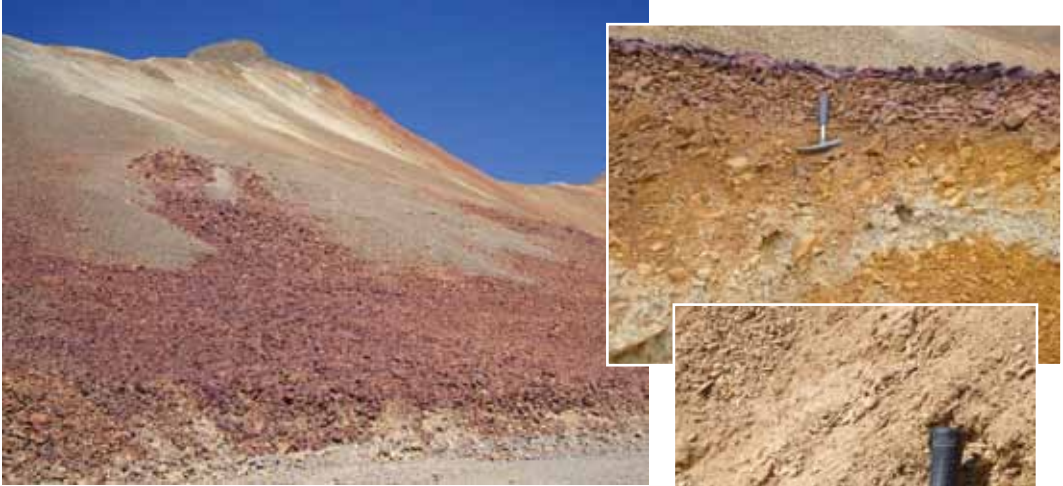


Figura 48. Pendientes sedimentarias criogénicas / Frozen talus slopes (Fuente: Trombotto)



Figura 49. Pendientes sedimentarias criogénicas / Frozen talus slopes (Fuente: Trombotto)



Figura 50. Protalus rampart y glaciar escombros / Protalus rampart and rock glaciers (Fuente: BGC)



Figura 51. Ruptura (falla) de capa activa / Active layer failure (Fuente: BGC)



Figura 52. Selección horizontal por congelamiento / Frost sorting (Fuente:Trombotto)



Figura 53. Capas de soliflucción / Solifluction slope (Fuente Trombotto)



Figura 54. Lóbulos de soliflucción, contacto de soliflucción y nicho de nivación / Solifluction lobes, contact between solifluction and nivation (Fuente Trombotto)



Figura 55. Soliflución en terrazas con frentes de piedra / Solifluction with stone-banked terraces
(Fuente: Trombotto)



Figura 56. Soliflución sedimentaria cordada
/ Solifluction lobes



Figura 57. Suelo estructurado; Polígonos / Patterned ground; Polygon (Fuente: BGC)

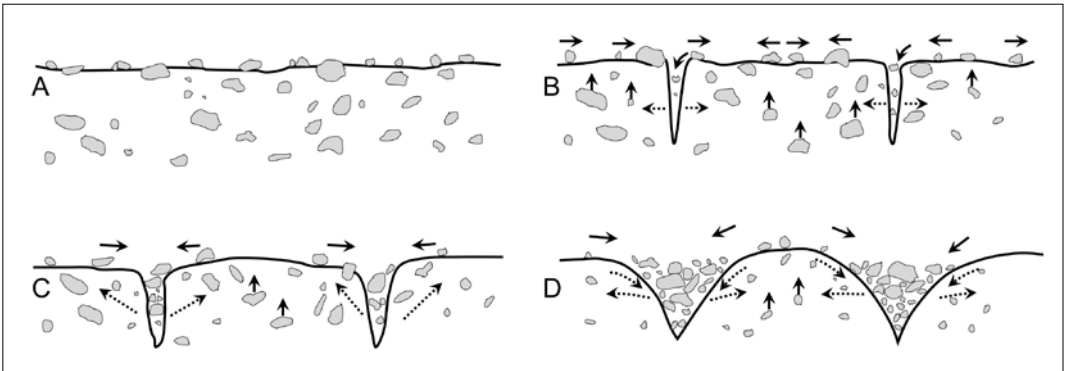


Figura 58. Hipótesis para la formación de pequeños polígonos / Hypotheses for the formation of small polygons (Pissart, 1973):

A: Levantamiento de piedras por la acción del congelamiento / Lifting of stones by frost action;

B: Apertura de grietas de contracción / Opening of shrinkage cracks;

C, D: Abultamiento de los centros y los movimientos superficie de las piedras a través del crecimiento de hielo aguja / Bulging of the centers and surface movements of the rocks through ice needle growth.

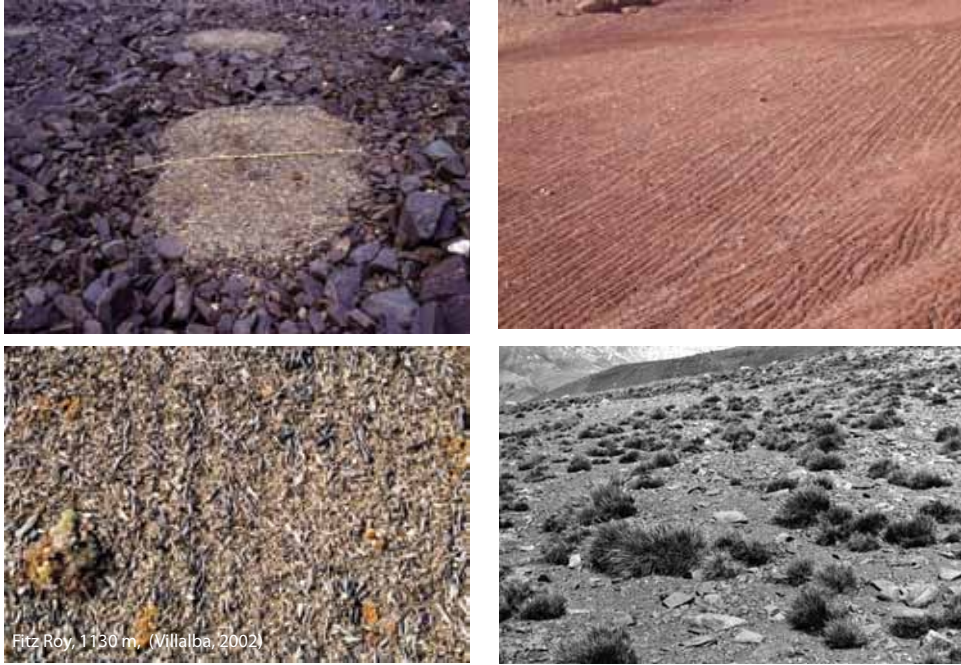


Figura 59. Suelos estructurados de diferentes tipos / Various sorted ground (Fuente: Trombotto)



Figura 60. Taffoni en toba pumícea / Tafoni (Fuente: Trombotto)



Figura 61. Terraza de crioplanación, nichos de nivación y manchones de nieve / Nivation terraces, cryoplanation, and snow patches (Fuente: Trombotto)



Figura 62. Thermokarst (Fuente: BGC)



Figura 63. Thermokarst (Fuente: Trombotto)



Figura 64. Thufur (Fuente: Trombotto)



Figura 65. Tor (Fuente: Trombotto)



Figura 66. Turbera, cors / Peat Bog – Plateau (Fuente: BGC)

Referencias / References

- Ahumada, A.-L. 1986. Procesos Criogénicos y Mineralógicos. Universidad Nacional de Tucumán. Tesis Doctoral: 208 p. (Inédito).
- Andersland, O.B. and Anderson, D.M. (Editors), 1978. *Geotechnical Engineering for Cold Regions*. McGraw-Hill, New York, N.Y., 576 p.
- Anderson, D.M. and Morgenstern, N.R., 1973. Physics, chemistry and mechanics of frozen ground: A review. *Proceedings Second International Conference on Permafrost, Yakutsk, U.S.S.R., July 1973, North American Contribution, U.S. National Academy of Sciences, Washington, D.C.*: 257-288.
- Andersson, J.G., 1906. Solifluction, a component of subaerial denudation. *The Journal of Geology*, 14: 91-112.
- Arenson, L.U., Springman, S.M. and Segó, D.C. 2007. The rheology of frozen soils. *Applied Rheology*, 17(1): 12147-1 – 12147-14.
- Armstrong, T., Roberts, B. and Swithinkbank C. 1997. *Illustrated Glossary of Snow and Ice*. Published with the support of UNESCO. Scott Polar Research Institute, Cambridge, UK, 60 p., 39 plates.
- Baer K. E. von 1843. *Materialien zur Kenntniss der unvergänglichen Boden-Eises in Sibirien*. Unveröffentlichtes Typoskript. Universitätsbibliothek Giessen: 234 ps, Giessen, 2001.
- Ballantyne, C.K., 2002. Paraglacial geomorphology. *Quaternary Science Reviews* 21: 1935–2017.
- Baranov, I.Ya., 1978. Problems of cryology. *Proceedings Second International Conference on Permafrost, Yakutsk, U.S.S.R., July 1973, U.S.S.R. Contribution, U.S. National Academy of Sciences, Washington, D.C.*: 3-7.
- Benedict, J.B., 1970. Downslope soil movement in a Colorado alpine region: rates, processes and climatic significance. *Arctic and Alpine Research*, 2(3): 165-226.
- Benn, D.I. and Evans, D.J.A. 2010. *Glaciers and Glaciation*. 2nd Ed. Oxford University Press: 816 p.
- Blanchard, D. and Frémond, M., 1982. Cryogenic suction in soils. *Proceedings Third International Symposium on Ground Freezing, Hanover, New Hampshire, June 1982*, 1: 233-238.
- Boelke O., Moore, D.M. y Roig, F.A. (Editores); 1985. *Transecta Botánica de la Patagonia Austral*. Instituto Saieciano de Artes Gráficas, 733 ps, Buenos Aires.
- Boyd, D.W., 1979. Degree days: The different types. *National Research Council Canada, Division of Building Research, Ottawa, Building Research Note No. 138*, 8 p.
- Brewer, R. and Pawluk, S., 1975. Investigations of some soils developed in hummocks of the Canadian sub-Arctic and southern Arctic regions. *Morphology and Micromorphology. Canadian Journal of Soil Science*, 55(3): 301-319.
- Brown, R.J.E., 1967. *Permafrost Map of Canada*. National Research Council Canada, Pub. NRC 9769 and Geological Survey of Canada, Map 1246A.
- Brown, R.J.E., 1970. *Permafrost in Canada: Its influence on northern development*. University of Toronto Press, Toronto, 234 p.
- Brown, R.J.E., 1971. Characteristics of the active layer in the permafrost region of Canada. *Proceedings Seminar on Permafrost Active Layer, May 1971, National Research Council Canada, Associate Committee on Geotechnical Research, Ottawa, Technical Memorandum 103*: 1-7.
- Brown, R.J.E. and Kupsch, W.O., 1974. *Permafrost Terminology*. National Research Council Canada, Associate Committee on Geotechnical Research, Ottawa, Technical Memorandum No. 111, 62 p.
- Buchroithner, M. and Trombotto Liaudat, D., 2012. Cryophenomena in the Cold Desert of Atacama. *European Geoscience Union (EGU) 2012 Geoscience General Assembly Meeting, Vienna, Austria. CR4.2 High-Elevation & high-Latitude Permafrost (HELP): Ground Measurements, Remote Sensing and Modeling. Geophysical Research Abstracts, Vol. 14, EGU2012-654*, 2012.
- Büdel J. 1981. *Klima-Geomorphologie*. Gebrüder Borntraeger: 304 ps, Berlin - Stuttgart.
- Bunting B. 1983. High Arctic Soils through the Microscope: Prospect and Retrospect. *Annals of the Association of American Geographers* 73 (4): 609-616.
- Burn, C., 1994. Permafrost, tectonics, and past and future regional climate change, Yukon and adjacent Northwest Territories. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 31:182-191.
- Capps, S.R. 1910. Rock glaciers in Alaska. *The Journal of Geology*, 18: 359– 375.
- Carlson, H. and Kersten, M.S., 1953. Calculation of depths of freezing and thawing under pavements. *U.S. National Research Council, Highway Research Board, Bulletin No. 71*: 81-98 (includes Discussion by H.P.Aldrich and H.M. Paynter).
- Catalano, L.; 1926: *Contribución al conocimiento de los fenómenos geofísicos atmosféricos*. Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Publicación Nr. 24, Buenos Aires: 78 p.
- Catalano, L., 1930. *Puna de Atacama (Territorio de los Andes)*. *Reseña geológica y geográfica*. Publicación Nr. 8, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe: 107 p.
- Cheng, G., 1983. The mechanism of repeated-segregation for the formation of thick layered ground ice. *Cold Regions Science and Technology*, 8: 57-66.
- Church, M. and Ryder J.M., 1972. Paraglacial sedimentation: a consideration of fluvial processes conditioned by glaciation. *Geological Society of America Bulletin* 83: 3072–3095.
- Cogley, J.G., Hock, R., Rasmussen, L.A., Arendt, A.A., Bauder, A., Braithwaite, R.J., Jansson, P., Kaser, G., Möller, M., Nicholson, L., and Zemp, M. 2011. *Glossary of Glacier Mass Balance and Related Terms*. IHP-VII Technical Documents in Hydrology No. 86, IACS Contribution No. 2, UNESCO-IHP, Paris, France. 114 p.
- Corte, A.E., 1962a. Vertical migration of particles in front of a moving freezing plane." *Journal of Geophysical Research*, 67: 1085-1090.
- Corte 1962 b. The frost behavior of soils II: Horizontal sorting. *Highway Research Board, Bulletin* 331: 46-66.
- Corte A. 1967. Informe preliminar del progreso efectuado en el estudio de las estructuras de crioturación pleistocénicas fósiles en la provincia de Santa Cruz. *Terceras Jornadas Geológicas Argentinas*: 9-19.

- Corte 1983. Los conceptos: geocriogénico paragocriogénico y glacial – paraglacial en los Andes Centrales de Argentina, latitud 30°. *Acta Geocriogénica* 1: 48-61, Mendoza.
- Corte, A.E., 1997: Geociología. El Frío en la Tierra. Ediciones Culturales de Mendoza. Fundar Editorial Gráfica, Mendoza, 398 p.
- Czudek, T.; 1989: Kryoplanationsterrassen im rezenten Dauerfrostboden. *Acta Scientiarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemoslovaca*e Brno, XXIII, 8, Nova Series: 41 p.
- Czudek, T. and Demek, J., 1970. "Thermokarst in Siberia and its influence on the development of lowland relief." *Quaternary Research*, Vol. 1: 103-120.
- Delorme, L.D., Zoltai, S.C. and Kalas, L.L., 1978. Freshwater shelled invertebrate indicators of paleoclimate in northwestern Canada during late glacial times: Reply. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 15(3): 462-463.
- Dostovalov, B.N. and Popov, A.I., 1966. Polygonal systems of ice wedges and conditions of their development. *Proceedings Permafrost International Conference, Lafayette, Indiana, November 1963, U.S. National Academy of Sciences, Washington, D.C., Publication 1287: 102-105.*
- Dyke, L.D., 1981. Bedrock heave in the central Arctic. *Geological Survey of Canada, Ottawa, Paper 81-1A: 157-167.*
- Dylik, J., 1964. Éléments essentiels de la notion de «périglaciale». *Biuletyn Peryglacjalny*, 14: 111-132.
- FitzPatrick, E.A. 1993. Soil microscopy and micromorphology. John Wiley & Sons, New York.
- Fotiev, S.M., 1978. Effect of long-term cryometamorphism of earth materials on the formation of groundwater. *Proceedings Third International Conference on Permafrost, Edmonton, Alberta, National Research Council Canada, Ottawa, 1: 181-187 (In Russian). Translation in: English translations of the forty-nine Soviet papers, the one French paper, and the three invited Soviet theme papers, Part I: English translations of twenty-six of the Soviet papers, National Research Council Canada, Ottawa, Publication No. NRCC 18119, 1980: 177-194.*
- Fox, C.A., 1983. Micromorphology of an orthic turbic cryosol—a permafrost soil. In: *Soil Micromorphology* (P.Bullock and G.P.Murphy, Editors), A.B. Academic Publishers, Oxford: 699-705.
- French H.M., 2007. *The Periglacial Environment*. John Wiley V.C.H., Chichester: 478 p.
- Fujii, Y. and Higuchi, K., 1978. Distribution of alpine permafrost in the northern hemisphere and its relation to air temperature. *Proceedings Third International Conference on Permafrost, Edmonton, Alberta, July 1978, National Research Council Canada, Ottawa, 1: 366-371.*
- Garleff K. and Stingl H. 1986. Geomorphologische Aspekte aktuellen und vorzeitlichen Permafrostes in Argentinien. *Zbl.Geol. Paläont. Teil I*, H.9/10: 1367 – 1374.
- Gilpin, R.R., 1982. A frost heave interface condition for use in numerical modelling. *The Roger J.E. Brown Memorial Volume, Proceedings Fourth Canadian Permafrost Conference, Calgary, Alberta, March 1981, National Research Council Canada, Ottawa: 459-465.*
- Gorbunov A.P. 1978. Permafrost investigation in high-mountain regions. *Arctic and Alpine Research* 10 (2), 283-294.
- Gorbunov A.P. and Gorbunova I.A. 2010. *Geografía de los Glaciares de Escombros del Mundo*. Scientific Press Ltd., 130 p., Moscow (in Russian language).
- Göttlich, Kh. (Hrsg.); 1990: *Moor und Torfkunde*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller): 529 p., Stuttgart.
- Haerberli W. 1985. Creep of mountain permafrost: internal structure and flow of alpine rock glaciers. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH, Nr. 77: 142 p., Zürich.*
- Hallet B., and Prestrud, S. 1986. Dynamics of periglacial sorted circles in western Spitsbergen. *Quaternary Research*, 26: 81-99.
- Hamelin L. and Cook F. 1967. *Illustrated Glossary of Periglacial Phenomena*. Les Presses de l'Université Laval: 237 pp, Quebec.
- Harris, S.A., 1981. Climatic relationships of permafrost zones in areas of low winter snow cover. *Arctic*, 36(1): 64-70.
- Harris, S.A. and Brown, R.J.E., 1978. Plateau Mountain: A case study of alpine permafrost in the Canadian Rocky Mountains. *Proceedings Third International Conference on Permafrost, Edmonton, Alberta, July 1978, National Research Council Canada, Ottawa, 1: 385-391.*
- Harris, S.A. and Brown, R.J.E., 1982. Permafrost distribution along the Rocky Mountains in Alberta. *The Roger J.E. Brown Memorial Volume, Proceedings Fourth Canadian Permafrost Conference, Calgary, Alberta, March 1981, National Research Council Canada, Ottawa: 59-67.*
- Heginbottom, J.A., 1984. The mapping of permafrost. *Canadian Geographer*, 28(1): 78-83.
- Hennion, F., 1955. Frost and permafrost definitions. *U.S. National Research Council, Highway Research Board, Washington, D.C., HRB Bulletin 111: 107-110.*
- Högbom, B. 1914. Über die geologische Bedeutung des Frostes. *Bulletin of the Geology Institution of the University of Upsala, Vol. XII: 257-389.*
- Hughes, O.L., 1972. Surficial geology and land classification. *Proceedings Canadian Northern Pipeline Conference, Ottawa, Ontario, February 1972, National Research Council Canada, Associate Committee on Geotechnical Research, Ottawa, Technical Memorandum No. 104: 17-24.*
- Hunter, J.A., 1984. Geophysical techniques for subsea permafrost investigations. *Final Proceedings Fourth International Conference on Permafrost, Fairbanks, Alaska, July 1983, U.S. National Academy Press, Washington, D.C.: 88-89.*
- Huschke, R.E. (Editor), 1959. *Glossary of Meteorology*. American Meteorological Society, 638 p.
- Hutchinson, J.N., 1968. Mass movement. In: *Encyclopedia of Geomorphology* (R.W. Fairbridge, Editor), Reinhold Book Corporation, New York, N.Y.: 688-689.
- IANIGLA and CONICET, 2010. *Inventario Nacional de Glaciares y Ambiente Periglacial: Fundamentos y Cronograma de Ejecución en cumplimiento con lo establecido por la Ley 26.639 de Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial*. Diciembre, 87 p.
- Johnston, G.H. (Editor), 1981. *Permafrost: Engineering Design and Construction*. John Wiley and Sons, Canada Ltd., Toronto, 540 p.

- Jumikis, A.R., 1977. Glossary of terms in thermal soil mechanics. Rutgers University, New Jersey, Engineering Research Publication No. 57, 155 p.
- Konrad, J.-M. and Morgenstern, N.R., 1983. Frost susceptibility of soils in terms of their segregation potential. Proceedings Fourth International Conference on Permafrost, Fairbanks, Alaska, July 1983, U.S. National Academy Press, Washington, D.C.: 660-665.
- Kowalkowski, A., Mycielska-Dowgiało, E., Krzywobłocka-Lawrow, and Wichrowska, M.; 1980. Analysis of surface textures of quartz sand grains observed in the electron microscope, from the tundra and arid steppe soils of the Khangai Mountains *Studia Geomorphologica Carpatho - Balcanica*, Vol XIV: 135-155.
- Kudryavtsev, V.A. (Editor), 1978. *Obshcheye merzlotovedeniya (Geokriologiya) (General permafrost science)* In Russian. Izd. 2, (Edu 2) Moskva (Moscow), Izdatel'stvo Moskovskogo Universiteta, (Moscow University Editions), 404 p.
- Krinsley D.H. and Doornkamp J.C.; 1973. Atlas of quartz sand surface textures. Cambridge University Press, Cambridge: 91 p.
- Ladanyi, B., 1972. An engineering theory of creep of frozen soils. *Canadian Geotechnical Journal*, 9(1): 63-80.
- Ladanyi, B., 1981. Mechanical behaviour of frozen soils. In: *Mechanics of Structured Media*, Proceedings International Symposium on the Mechanical Behaviour of Structured Media, Ottawa, Canada, May 1981. (A.P.S. Selvadurai, Editor) Part B, Elsevier, Amsterdam: 205-245.
- Linell, K.A. and Lobacz, E.F., 1980. Design and construction of foundations in areas of deep seasonal frost and permafrost. U.S. Army, C.R.R.E.L., Hanover, New Hampshire, Special Report 80-34, 320 p.
- Lunardini, V.J., 1978. Theory of n-factors and correlation of data. Proceedings Third International Conference on Permafrost, Edmonton, Alberta, July 1978, National Research Council Canada, Ottawa, 1: 41-46.
- Lunardini, V.J., 1981. Heat Transfer in Cold Climates. Van Nostrand Reinhold, New York, N.Y., 704 p.
- Lüttig, G. 1965. Interglacial and Interstadial Periods. *Journal of Geology*, 73, Nr. 4: 579-591.
- Mackay, J.R., 1972a. Offshore permafrost and ground ice, southern Beaufort Sea, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 9(11): 1550-1561.
- Mackay, J.R., 1972b. The world of underground ice. *Annals Association American Geographers*, 62(1): 1-22.
- Mackay, J.R., 1973b. "The growth of pingos, western Arctic coast, Canada." *Canadian Journal of Earth Sciences*, 10(6): 979-1004
- Mackay, J.R., 1974a. Measurement of upward freezing above permafrost with a self-positioning thermistor probe. Geological Survey of Canada, Ottawa, Paper 74-1, Part B: 250-251.
- Mackay, J.R., 1975. Relict ice wedges, Pelly Island, N.W.T. Geological Survey of Canada, Ottawa, Paper 75-1: 469-470.
- Mackay, J.R., 1978. Freshwater shelled invertebrate indicators of paleoclimate in northwestern Canada during late glacial times: Discussion. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 15(3): 461-462.
- Mackay, J.R., 1979. "Pingos of the Tuktoyaktuk Peninsula area, Northwest Territories." *Geographie physique et Quaternaire*, 33(1): 3-61.
- Mackay, J.R., 1990. Some observations on the growth and deformation of epigenetic, syngenetic and anti-syngenetic ice wedges. *Permafrost and Periglacial Processes*, 1: 15-29.
- Mackay, J.R. and Matthews, J.V., Jr., 1983. Pleistocene ice and sand wedges, Hooper Island, Northwest Territories. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 20(7): 1087-1097.
- Matsuoka, N. and Murton, J. 2008. Frost weathering: recent advances and future directions. *Permafrost and Periglacial Processes*, 19(2): 195-210.
- McRoberts, E.C. and Morgenstern, N.R., 1974. The stability of thawing slopes. *Canadian Geotechnical Journal*, 11(4): 447-469.
- Menezes Travassos, J., Chaves Stael G. and Trombotto Liaudat, D. 2008. Detection of degraded mountain permafrost with the help of GPR profiling at Mesón San Juan, Mendoza, Argentina. *Revista Brasileira de Geofísica (RBGF)*, 26 (4): 1-8.
- Miller, R.D., 1972. Freezing and heaving of saturated and unsaturated soils. U.S. National Research Council, Washington, D.C., Highway Research Record, No. 393: 1-11.
- Mycielska-Dowgiało E. (Editor), 1988. *Origin of Deposits and Soils in the Light of Electron Microscope Investigations*. Drukarnia Uniwersytetu Slaskiego w Katowicach, 226 pp, Warsaw.
- Morard S., Scapozza C., Duhem V., Reynard E., and Delaloye R. 2009. *Géomorphologie de la montagne - fiches pour l'enseignant*. Société Suisse de Géomorphologie (SSGm): <http://www.unifr.ch/geoscience/geographie/montagne>.
- Morgenstern, N.R. and Nixon, J.F., 1971. One-dimensional consolidation of thawing soils. *Canadian Geotechnical Journal*, 8(4): 558-565.
- Muller, S.W., 1943. Permafrost or permanently frozen ground and related engineering problems. U.S. Engineers Office, Strategic Engineering Study, Special Report No. 62, 136 p. (Reprinted in 1947, J.W. Edwards, Ann Arbor, Michigan, 231 p.)
- Outcalt, S.I., Nelson, F.E. and Hinkel, K.M. 1990. The zero-curtain effect: Heat and mass transfer across an isothermal region in freezing soil. *Water Resources Research*, 26(7): 1509-1516.
- Pawluk, S. and Brewer, R., 1975. Micromorphological and analytical characteristics of some soils from Devon and King Christian Islands, N.W.T., *Canadian Journal of Soil Science*, 55(3): 349-361.
- Penck, A. and Brückner, E., 1909. *Die Alpen im Eiszeitalter*, 3 vols. Tauchnitz, Leipzig: 1199 p.
- Penner, E., 1967. Pressures developed during the uni-directional freezing of water-saturated porous materials. Proceedings International Conference on Low Temperature Science, Sapporo, Japan, 1966, Vol. 1, Part 2: 1401-1412.
- Penner, E., 1972. Soil moisture redistribution by ice lensing in freezing soils. Proceedings 17th Annual Meeting, Canadian Society of Soil Science, Lethbridge, Alberta, July 1971: 44-62.
- Péwé, T.L., 1983. Alpine permafrost in the contiguous United States: A review. *Arctic and Alpine Research*, 15(2): 145-156.
- Pollard, W.H. and French, H.M., 1984. The groundwater hydraulics of seasonal frost mounds, North Fork Pass, Yukon Territory. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 21(10): 1073-1081.
- Poppe, V. and Brown, R.J.E., 1976. Russian-English glossary of perma-

- frost terms. National Research Council Canada, Associate Committee on Geotechnical Research, Ottawa, Technical Memorandum No. 117, 25 p.
- Porsild, A.E., 1938. Earth mounds in unglaciated Arctic northwest America. *Geographical Review*, 28: 46-58.
- Rampton, V.N. and Mackay, J.R., 1971. Massive ice and icy sediments throughout the Tuktoyaktuk Peninsula, Richards Island, and nearby areas, District of Mackenzie. Geological Survey of Canada, Ottawa, Paper 71-21, 16 p.
- Rapp, A. and Clark, G.M., 1971. Large nonsorted polygons in Padjelanta National Park, Swedish Lappland, *Geografiska Annaler*, 53A: 71-85.
- Roivainen, H.; 1954: Studien über die Moore Feuerlands. *Annales Botanici Societatis Zoologicae Botanicae „Vanamo“*, Tomo 28, 2: 205 p.
- Schunke, E., 1975. Die Periglazialerscheinungen Islands in Abhängigkeit von Klima und Substrat. *Akad. Wiss. Goettingen Abh., Math.-Phys. Kl., Folge 3*, 30, 273 p.
- Scotter, G.W. and Zoltai, S.E., 1982. Earth hummocks in the Sunshine area of the Rocky Mountains, Alberta and British Columbia. *Arctic*, 35(3): 411-416.
- Sellmann, P.V. and Hopkins, D.M., 1984. Subsea permafrost distribution on the Alaskan shelf. Final Proceedings Fourth International Conference on Permafrost, Fairbanks, Alaska, July 1983, U.S. National Academy Press, Washington, D.C.: 75-82.
- Semmel, A. 1985. Periglazialmorphologie. Erträge der Forschung. Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 116 p.
- Shilts, W.W., 1978. Nature and genesis of mudboils, central Keewatin, Canada, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 15(7): 1053-1068.
- Shur, Y., Hinkel, K.M. and Nelson, F.E. 2005. The transient layer: implications for geocryology and climate-change science. *Permafrost and Periglacial Processes* 16: 5-17.
- Slaymaker, O. 2011. Criteria to distinguish between periglacial, proglacial and paraglacial environments. *Quaestiones Geographicae*, 30(1), 85-94.
- Soloviev, P.A., 1973. „Thermokarst phenomena and landforms due to frost heaving in Central Yakutia.“ *Biuletyn Peryglacjalny*, No. 23, p.135-155.
- Stearns, S.R., 1966. Permafrost (perennially frozen ground). U.S. Army, CRREL, Hanover, New Hampshire, Monograph I-A2, 77 p.
- Sumgin, M.I., Kachurin, S.P., Tolstikhin, N.I. and Tumel, V.F. 1940. General Permafrostology (in Russian). *Akademiia Nauk SSR, Moscow*, 240 p.
- Taber, S., 1929. Frost heaving. *The Journal of Geology*, 37: 428-461.
- Tarnocai, C. and Zoltai, S.C., 1978. Earth hummocks of the Canadian Arctic and Subarctic, *Arctic and Alpine Research*, 10(3): 581-594.
- Thorn, C.E., and Hall, K., 2002. Nivation and cryoplanation: the case for scrutiny and integration. *Progress in Physical Geography*, 26(4): 533-550
- Thorarinsson, A., 1951. Notes on patterned ground in Iceland, with particular reference to the Icelandic 'flás'. *Geografiska Annaler* (33): 144-156.
- Tolstikhin, N.I. and Tolstikhin, O.N., 1974. Groundwater and surface water in the permafrost region. Chapter IX, General Permafrost Studies (P.I. Melnikov and O.N. Tolstikhin, Editors), U.S.S.R. Academy of Sciences, Novosibirsk. English translation published by Environment Canada, Inland Waters Directorate, Ottawa, Technical Bulletin No. 97, 1976, 25 p.
- Trombotto, D. 1985. Análisis Preliminar de Estructuras Geociológicas mediante Texturas de Grano de Cuarzo con la Aplicación del Microscopio Electrónico. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, XI (3 4): 184 201, Buenos Aires.
- Trombotto, D. 1996. Fossiler kryogener Formenschatz des südlichen Südamerika. (Fossil cryogenic forms of Southern South America). *Zeitschrift für Geomorphologie N.F., Suppl.-Bd.* 104: 175-186.
- Trombotto D. 1991. Untersuchungen zum periglazialen Formenschatz und zu periglazialen Sedimenten in der 'Lagunita del Plata', Mendoza, Argentinien. („Investigaciones sobre geoformas y sedimentos periglaciales en la 'Lagunita del Plata', Mendoza, Argentina“). *Heidelberger Geographische Arbeiten*, Heft 90: 171 p.
- Trombotto D. 1999. Inventory of fossil cryogenic forms and structures in Patagonia. Poster. First Meeting of the "Group on Southern Hemisphere Permafrost and Periglacial Environments" (International Permafrost Association), en el INQUA de Durban, South Africa,
- Trombotto D. 2000. Survey of Cryogenic Processes, Periglacial Forms and Permafrost Conditions in South America. *Revista do Instituto Geológico, São Paulo, Brasil*, 21(1/2): 33-55. Trombotto D. 2002.
- Trombotto, D. 2002. Inventory of fossil cryogenic forms and structures in Patagonia and the mountains of Argentina beyond the Andes. *South African Journal of Science*, 98: 171-180, Review Articles, Pretoria, South Africa.
- Trombotto Liaudat D. 2007. Profundización del tope de permafrost y tendencias en la dinámica criogénica, a partir de 1989, en el glaciar de escombros compuesto del valle de Morenas Coloradas, Mendoza, Argentina. *Boletín Geográfico, Año XXIX, Nr.* 30: 71-83, Neuquén.
- Trombotto Liaudat, D. 2008. Geocryology of Southern South America. In: "Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego", Jorge Rabbassa (Editor). *Developments in Quaternary Sciences*, Volume 11: 255-268, Elsevier, The Netherlands.
- Trombotto D. 2009. Geociología de la Región del Valle del Pachón, San Juan, Argentina. Informe para la empresa Xstrata Copper Pachón San Juan.
- Trombotto D., Buk E. and Hernández J. 1999. Rock glaciers in the Southern Central Andes (appr. 33° S.L.), Mendoza, Argentina: a review". *Bamberger Geographische Schriften* 19: 145-173, edited by the Department of Geography, University of Bamberg.
- Trombotto D. and Ahumada A.L. 2005. Los Fenómenos Periglaciales. Identificación, Determinación y Aplicación. *Opera Lilloana Nr.* 45: 131 p. Fundación „Miguel Lillo“, San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Trombotto Liaudat D., Arena L. and Caranti G. 2008. Glacial Ice as Cryogenic Factor in the Periglaciation Zone of the Composed Rockglacier Morenas Coloradas, Central Andes of Mendoza,

- Argentina. Ninth International Conference on Permafrost, Proceedings, Edited by Douglas L. Kane and Kenneth M. Hinkel, Institute of Northern Engineering, University of Alaska, Fairbanks, Alaska., Vol 2: 1781-1786.
- Trombotto, D. and Borzotta, E. 2009. Indicators of present global warming through changes in active layer-thickness, estimation of thermal diffusivity and geomorphological observations in the Morenas Coloradas rockglacier, Central Andes of Mendoza, Argentina. *Cold Regions Science and Technology*, 55(3): 321-330.
- Trombotto Liaudat, D and Buchroithner, M. 2012. The Cold Desert of Atacama. Mapping Cryophenomena in the Ojos de Salado Region (en preparación).
- U.S.S.R., 1969. (S.S. Vyalov, and G.V. Porkhaev, Editors). Handbook for the design of bases and foundations of buildings and other structures on permafrost. National Research Council Canada, Canada Institute for Scientific and Technical Information, Ottawa, Technical Translation TT-1865, 1976, 286 p.
- UNESCO/IASH. 1970. Perennial ice and snow masses - A guide for compilation and assemblage of data for a world inventory. Paris, France <http://www.geo.unizh.ch/wgms/guidelines.html>.
- Vandenberghé, J. 1988. Cryoturbations. En «Advances in Periglacial Geomorphology», Clark, M.J. (Ed.), John Wiley & Sons Ltd., 8: 179-198.
- van Everdingen, R.O., 1976. Geocryological terminology. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 13(6): 862-867.
- van Everdingen, R.O., 1985. Unfrozen permafrost and other taliks. Workshop on Permafrost Geophysics, Golden, Colorado, October 1984 (J. Brown, M.C. Metz, P.Hoekstra, Editors). U.S. Army, C.R.R.E.L., Hanover, New Hampshire, Special Report 85-5: 101-105.
- van Everdingen, R.O., 1998 revised May 2005. Multi-language glossary of permafrost and related ground-ice terms. Boulder, CO: National Snow and Ice Data Center/World Data Center for Glaciology.
- van Vliet-Lanoë, B. 1988. The significance of cryoturbation phenomena in environmental reconstruction. *Jr. of Quaternary Science*, 3 (1): 85-96.
- Vyalov, S.S., 1959. Rheological properties and bearing capacity of frozen soils. U.S. Army, C.R.R.E.L., Hanover, New Hampshire, Translation 74, 1965: 219 p.
- Washburn, A.L., 1979. *Geocryology*. Edward Arnold, London: 406 p.
- White, S.E., 1976a. Is *Frost action* really only hydration shattering? A Review. *Arctic and Alpine Research*, 8(1): 1-6.
- White, S.E., 1976b. Rock glaciers and blockfields. Review and new data. *Quaternary Research*, 6: 77-97.
- Williams, J.R., 1965. Ground water in permafrost regions: An annotated bibliography. U.S. Geological Survey, Water-Supply Paper 1792: 294 p.
- Williams, J.R., 1970. Ground water in the permafrost regions of Alaska. U.S. Geological Survey, Professional Paper 696: 83 p.
- Williams, P. and Smith, M., 1989. *The Frozen Earth. Fundamentals of Geocryology*. Studies in Polar Research. Cambridge University Press, 306 p.
- Wingenroth, M. 1992. *La Quebrada Benjamín Matienzo, su naturaleza presente y pasada*. Tesis Doctoral, Imprenta Oficial: 143 p., Mendoza.

