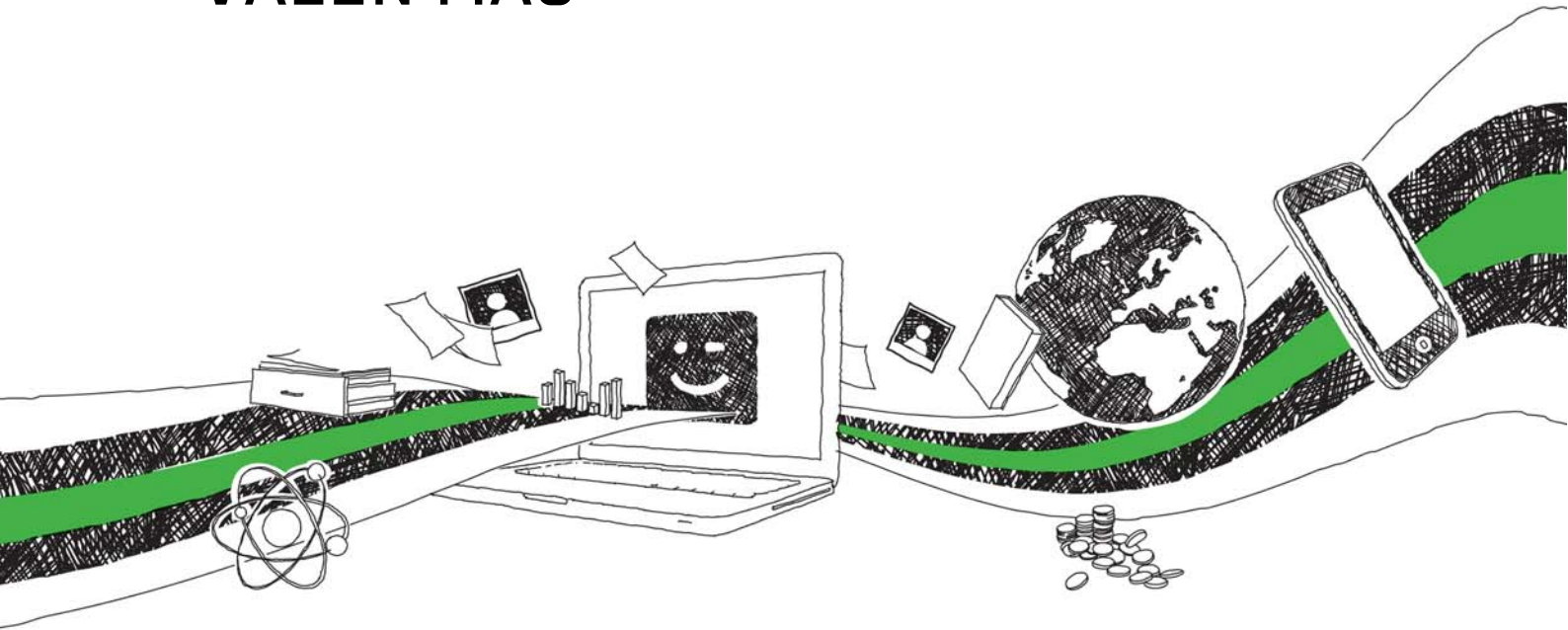


Adrian Restrepo Suárez

**Plan de Manejo Integral para la Mitigación
del Riesgo Geológico que afecta al sector
Las Lomas del barrio San Francisco de la
ciudad de Cartagena**

Tesis

CON GRIN SUS CONOCIMIENTOS VALEN MAS



- Publicamos su trabajo académico, tesis y tesina
- Su propio eBook y libro - en todos los comercios importantes del mundo
- Cada venta le sale rentable

Ahora suba en www.GRIN.com
y publique gratis



Bibliographic information published by the German National Library:

The German National Library lists this publication in the National Bibliography; detailed bibliographic data are available on the Internet at <http://dnb.dnb.de> .

This book is copyright material and must not be copied, reproduced, transferred, distributed, leased, licensed or publicly performed or used in any way except as specifically permitted in writing by the publishers, as allowed under the terms and conditions under which it was purchased or as strictly permitted by applicable copyright law. Any unauthorized distribution or use of this text may be a direct infringement of the author s and publisher s rights and those responsible may be liable in law accordingly.

Imprint:

Copyright © 2013 GRIN Verlag
ISBN: 9783668805484

This book at GRIN:

<https://www.grin.com/document/442007>

Adrian Restrepo Suárez

Plan de Manejo Integral para la Mitigación del Riesgo Geológico que afecta al sector Las Lomas del barrio San Francisco de la ciudad de Cartagena

GRIN - Your knowledge has value

Since its foundation in 1998, GRIN has specialized in publishing academic texts by students, college teachers and other academics as e-book and printed book. The website www.grin.com is an ideal platform for presenting term papers, final papers, scientific essays, dissertations and specialist books.

Visit us on the internet:

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

http://www.twitter.com/grin_com

TABLA DE CONTENIDO

1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>OBJETIVOS</u>	3
2.1. OBJETIVO GENERAL	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. <u>ALCANCE</u>	4
4. <u>MARCO TEORICO</u>	5
4.1. LOCALIZACIÓN	5
4.1.1. SECTOR LAS LOMAS DEL BARRIO SAN FRANCISCO EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS.....	5
4.1.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DENTRO DEL SECTOR LAS LOMAS.	5
4.2. NOMENCLATURA DE LOS MOVIMIENTOS EN MASA.....	6
4.3. CRITERIOS BASICOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANEJO INTEGRAL	8
4.3.1. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE UN TALUD.....	8
4.3.1.1. CONCEPTO DEL FACTOR DE SEGURIDAD.....	9
4.3.1.2. EQUILIBRIO LIMITE Y FACTOR DE SEGURIDAD	11
4.3.2. MÉTODOS DE ANÁLISIS DEL FACTOR DE SEGURIDAD	16
4.3.2.1. MÉTODO DE TABLAS O NÚMERO DE ESTABILIDAD	16
4.3.2.2. MÉTODO DEL TALUD INFINITO	18
4.3.2.3. MÉTODO DEL BLOQUE DESLIZANTE	20
4.3.2.4. MÉTODO ORDINARIO O DE FELLENIUS.....	21
4.3.2.5. MÉTODO DE BISHOP	23
4.3.2.6. MÉTODO DE JANBÚ	23
4.3.2.7. COMPARACIÓN DE LOS DIVERSOS MÉTODOS	24
4.3.2.8. SOFTWARES PARA LA DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE SEGURIDAD	25
4.3.3. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL SUELO	26
4.3.4. MÉTODOS PARA DISMINUIR O ELIMINAR EL RIESGO.....	27
4.3.4.1. PREVENCIÓN	28
4.3.4.2. ELUSIÓN DE LA AMENAZA	29
4.3.4.3. ESTABILIZACIÓN	29
4.3.5. MÉTODOS PARA ESTABILIZAR TALUDES.....	34
4.3.5.1. CAMBIO DE LA GEOMETRÍA.....	35
4.3.5.2. DRENAJE.....	36
4.3.5.3. SOLUCIONES ESTRUCTURALES	38

4.3.5.4. BIOTECNOLOGÍA Y BIOINGENIERÍA	41
4.4. INDICADORES DE FUNCIONAMIENTO DEL PLAN DE MANEJO	43
5. <u>METODOLOGÍA</u>.....	48
5.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE	49
5.2 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA ZONA DE ESTUDIO	55
5.3 TRABAJO EN CAMPO.....	55
5.4 ANÁLISIS Y DIGITALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	55
5.5 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	56
5.6 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	56
5.7 EVALUACIÓN DEL RIESGO	57
5.8 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA MITIGACIÓN DEL RIESGO Y DISEÑOS DE LAS MEDIDAS MÁS FAVORABLES.....	57
5.9 DISEÑO CONCEPTUAL DE OBRAS CIVILES	58
6. <u>RESULTADOS</u>.....	59
6.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE	59
6.1.1. TOPOGRAFÍA	59
6.1.2. MODELO TRIDIMENSIONAL.....	60
6.1.3. CAMBIOS URBANÍSTICOS O PAISAJÍSTICOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	62
6.1.4. GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....	68
6.1.4.1. GEOLOGÍA.....	68
6.1.4.2. GEOMORFOLOGÍA.....	70
6.1.4.3. EXPLORACIÓN DEL SUELO.....	71
6.1.4.4. MODELO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO.....	72
6.1.4.5. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.....	76
6.1.5. HIDROLOGÍA	78
6.1.6. CONSIDERACIONES GENERALES ACERCA DE LA SISMICIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO....	81
6.1.7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	81
6.1.8. ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD, AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MEDIO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.	96
6.2. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA ZONA DE ESTUDIO	99
6.2.1. FACTORES CONTRIBUYENTES A LOS MOVIMIENTOS EN MASA OCURRIDOS EN SAN FRANCISCO.....	100
6.2.1.1. PRECIPITACIONES DEBIDAS AL FENÓMENO DE LA NIÑA DURANTE EL PERIODO CORRIDO ENTRE JUNIO DE 2010 Y DICIEMBRE DE 2011.....	100
6.2.1.2. CAMBIOS HIDROGEOLOGÍCOS EN LA ZONA ESTUDIO POR EFECTOS ANTRÓPICOS.....	101
6.2.1.3. SUPERPOSICIÓN DE GRIETAS Y CUENCAS HIDROLÓGICAS.....	102
6.2.1.4. MALA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS (BASUREROS ESCOMBROS) Y AUMENTO EN LA COBERTURA VEGETAL.	103

6.2.1.4. FUGAS Y FILTRACIONES DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.	103
6.3. TRABAJO EN CAMPO.....	104
6.4. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	105
6.5. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	108
6.6. EVALUACIÓN DEL RIESGO	108
6.7. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA MITIGACIÓN DEL RIESGO Y DISEÑOS DE LAS MEDIDAS MÁS FAVORABLES.....	109
6.7.1. ALTERNATIVA 1 (EVACUACIÓN)	109
6.7.2. ALTERNATIVA 2 (ESTABLECIDA EN EL CONVENIO INTERADMINISTRATIVO)	112
6.7.3. ALTERNATIVA 3 (ESTABLECIDA POR AUTOR).....	114
6.8. DISEÑO CONCEPTUAL DE OBRAS CIVILES	116
<u>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</u>	<u>122</u>
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>128</u>

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Escalas recomendadas para la zonificación de amenaza a deslizamientos.....	11
Cuadro 2. Métodos de análisis de estabilidad de taludes	12
Cuadro 3. Listado de tablas para cálculo de estabilidad de taludes.....	17
Cuadro 4. Métodos de prevención de la amenaza o el riesgo	28
Cuadro 5. Métodos de elusión de amenazas de deslizamientos	29
Cuadro 6. Métodos de conformación topográfica para equilibrar fuerzas.....	30
Cuadro 7. Métodos de recubrimiento de la superficie del talud.....	30
Cuadro 8. Métodos de control de agua y presión de poros.	31
Cuadro 9. Métodos de estructuras de contención	32
Cuadro 10. Métodos para mejorar la resistencia del suelo.....	33
Cuadro 11. Criterios para seleccionar un factor de seguridad para diseño de taludes.....	34
Cuadro 12. Relación de Información suministrada por entidades públicas	50
Cuadro 13. Parámetros de resistencia al corte C y ϕ para análisis de estabilidad en condición actual de laderas en el sector Las Lomas de barrio San Francisco.....	83
Cuadro 14. Calificación de la estabilidad	97
Cuadro 15. Parámetros Intrínsecos y Detonantes.....	97
Cuadro 16. Puntajes de Susceptibilidad y Amenaza.....	98
Cuadro 17. Precipitaciones promedios mensuales, años 2010 y 2011	101
Cuadro 18. Resumen alternativa 1.....	111
Cuadro 19. Resumen alternativa 2.....	113
Cuadro 20. Resumen alternativa 3.....	115

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de un movimiento en masa	6
Figura 2. Diagrama de análisis, método del talud infinito	19
Figura 3. Esquema del método del bloque deslizante.....	21
Figura 4. Fuerzas que actúan sobre una dovela en los métodos de dovelas.....	22
Figura 5. Diagrama para determinar el factor f_0 para el método de Janbú	24
Figura 6. Métodos para estabilizar un talud: (a) drenaje; (b) cambio de la geometría (Hunt 1984)	36
Figura 7. Muro de gravedad, de semigravedad y cantiléver	38
Figura 8. Muros de gavión	39
Figura 9. Tipologías de muros según su funcionalidad: (a) de sostenimiento; (b) de contención; (c) de revestimiento.....	40
Figura 10. Sección transversal y frontal de una pantalla	41
Figura 11. Uso de la biotecnología en la estabilidad de taludes.....	42
Figura 12. Localización del proyecto.....	48
Figura 13. Levantamiento Topográfico Zona de Estudio	60
Figura 14. Modelo Tridimensional del Terreno en San Francisco	61
Figura 15. DEM generado con superposición de Mapa en DXF	62
Figura 16. Fotografía Aérea Vuelo C-987-20-62/S-21893 (1962).....	64
Figura 17. Fotografía Aérea Vuelo C-987-20-62/S-21893 (1962) - IGAC (Ampliación Zona de Estudio).....	64
Figura 18. Fotografía Aérea Vuelo R-744-10-77/S-4485 (1977) - IGAC	65
Figura 19. Fotografía Aérea Vuelo R-744-10-77/S-4485 (1977) - IGAC (Ampliación Zona de Estudio).....	66
Figura 20. Fotografía Aérea Vuelo C-2228-22-85/S-33210 (1985) - IGAC	66
Figura 21. Fotografía Aérea Vuelo C-2228-22-85/S-33210 (1985) - IGAC (Ampliación Zona de Estudio).....	67
Figura 22. Fotografía Aérea Vuelo C-2525-10-93/S-36814 (1993) - IGAC	67
Figura 23. Fotografía Aérea Vuelo C-2525-10-93/S-36814 (1993) - IGAC (Ampliación Zona de Estudio).....	68
Figura 24. Geología Local.....	69
Figura 25. Geomorfología Local	71
Figura 26. Líneas de Perfil Estratigráfico definidas.	72
Figura 27. Perfil Estratigráfico N° 1.....	73
Figura 28. Perfil Estratigráfico N° 2	73
Figura 29. Perfil Estratigráfico N° 3	74
Figura 30. Perfil Estratigráfico N° 4.....	74
Figura 31. Perfil Estratigráfico N° 5.....	75
Figura 32. Perfil Estratigráfico N° 6.....	75
Figura 33. Plano de Zonificación Geotécnica del área de estudio.....	76
Figura 34. Red de Flujo Superficial.....	79

Figura 35. Drenaje superficial en el sector de San Francisco	80
Figura 36. Delimitación de microcuencas en el área de estudio	80
Figura 37. Perfiles típicos considerados para el análisis de estabilidad.	82
Figura 38. Análisis estático del perfil estratigráfico N°1.....	84
Figura 39. Análisis dinámico del perfil estratigráfico N°1.	85
Figura 40. Análisis estático del perfil estratigráfico N°2.....	86
Figura 41. Análisis dinámico del perfil estratigráfico N°2.	87
Figura 42. Análisis estático del perfil estratigráfico N°3.....	88
Figura 43. Análisis dinámico del perfil estratigráfico N°3.	89
Figura 44. Análisis estático del perfil estratigráfico N°4.....	90
Figura 45. Análisis dinámico del perfil estratigráfico N°4.	91
Figura 46. Análisis estático del perfil estratigráfico N°5.....	92
Figura 47. Análisis dinámico del perfil estratigráfico N°5.	93
Figura 48. Análisis estático del perfil estratigráfico N°6.....	94
Figura 49. Análisis dinámico del perfil estratigráfico N°6.	95
Figura 50. Estado de inestabilidad (Riesgo) en la zona.	98
Figura 51. Grietas Vs Cuencas	102
Figura 52. Estado de la ladera.	105
Figura 53. Zonificación del área de estudio.	106
Figura 54. Zona Recomendada para evacuar	110
Figura 55. Planta general de obras de la alternativa 3.	117
Figura 56. Obras de drenaje del convenio.	118
Figura 57. Obras de refuerzo del suelo mediante pantalla piloteada.	118
Figura 58. Localización de Inclínómetros y piezómetros a instalar.	121

RESUMEN

Los escenarios de riesgo geológico que originan desastres naturales, muertes y pérdidas económicas son causados por actividades humanas que alteran la normalidad y equilibrio del ambiente, entre las que se tienen la explotación errónea e irracional de los recursos naturales renovables como los bosques y el suelo y no renovables como los minerales, los cambios en los drenajes naturales, la construcción en zonas de ladera de alta pendiente o cualquier otra amenaza geológica, entre otras. Sin embargo para activar estos escenarios de riesgo y convertirlos en catástrofes es necesario llevarlos a una condición que supere su estado de equilibrio límite.

En virtud a estos cambios que generan escenarios de riesgo se deben elaborar planes de prevención y control para recuperar y mejorar su condición de estabilidad. El caso del barrio San Francisco en donde la población se vio afectada por fenómenos de remoción en masa producto de la alteración en las condiciones naturales de la zona y la llegada de la temporada invernal intensificada por el fenómeno de la Niña, es un claro ejemplo de la falta de planes de prevención en el distrito, y la falta de una política definida para la creación de dichos planes; por esta razón es pertinente elaborar planes de manejo para la mitigación del riesgo, que garanticen el control de las condiciones desfavorables e impidan la propagación y ocurrencia de desastres.

Para elaborar el plan de manejo de San Francisco fue necesaria una fase investigativa para determinar causas y condiciones naturales y otra exploratoria en donde se definieron consecuencias, factores contribuyentes y eventos detonantes; así se definió un plan integral que contrarrestará la condición de riesgo, el mismo consta de dos métodos, uno de elusión de la amenaza a través de la evacuación de la zona y el otro de estabilización a través de obras de drenaje, perfilamiento del terreno y obras de contención.

Este plan de manejo se puede utilizar en cualquier lugar del distrito, donde no se pretenda recuperar urbanísticamente sino crear áreas de protección, pues es económico y garantiza la condición de equilibrio y/o estabilidad para este uso.

ABSTRACT

Geological risk scenarios that cause natural disasters, deaths and economic losses are caused by human activities that alter the normal balance and the environment, among which are erroneous and irrational exploitation of renewable natural resources such as forests and soil as nonrenewable minerals, changes in natural drainage, construction in areas of high slope or other geological threat, among others. However, to enable these scenarios and turn them into disaster risk must take them to a condition that exceeds its limit equilibrium state. Under these changes that generate risk scenarios should be developed for prevention and control plans for restoring and improving its stability condition. The case of San Francisco neighborhood where the population was affected by landslide phenomena result of the alteration in the natural conditions of the area and the arrival of the winter season intensified by the La Nina phenomenon, is a clear example of lack of prevention plans in the district, and the lack of a clear policy for the creation of these plans, which is why it is appropriate to develop management plans for risk mitigation, to ensure control and prevent unfavorable propagation and disasters.

To develop the management plan of San Francisco was necessary investigative phase to determine causes and natural conditions and other exploratory where defined consequences, contributing factors and trigger events, and defined a comprehensive plan that will counter the risk condition, the same There are two methods, one of circumvention of the threat through the evacuation of the area and the other stabilization through drainage, terrain profiling and containment works.

This management plan can be used anywhere in the district, where it is intended to recover urbanistically but establishing areas because it is economical and ensures equilibrium condition and / or stability for this use.

1. INTRODUCCIÓN

Como resultado de las inexistentes políticas para la prevención, control y atención de desastres en nuestro distrito, se han observado los casos ocurridos en Manzanares, Nueva Granada, Nueve de Abril, Piedra Bolívar, Rincón Guapo, Loma del Diamante, San Francisco entre otros, donde los fenómenos de remoción en masa han ocasionado pérdidas económicas e inmateriales a los habitantes de estos lugares. Sin duda el caso más relevante fue el del barrio San Francisco en donde más de 1200 familias que vivían en las 11 ha comprendidas entre los sectores Las Lomas, el Guerrero y Tanque fueron evacuadas de sus viviendas por este tipo de desastre natural, así mismo producto de las fallas ocasionadas en el terreno luego de ocurridos los movimientos, vemos que los sectores aledaños como San Bernardo, 20 de Julio y La Paz se encuentran expuestos al riesgo debido a la propagación de estos movimientos.

En el caso particular de San Francisco se realizaron actividades pertinentes para la reducción del riesgo, las cuales consistieron en la elusión de la amenaza, pero dichas actividades no satisfacen las necesidades de la zona ya que los movimientos en masa al no ser controlados mediante obras de contención y drenaje, han mostrado una tendencia a la propagación hacia la vía de acceso principal, hacia la calle los fundadores y hacia los sectores de La Paz y San Bernardo, presentando una amenaza inminente ante la futura llegada de inviernos recrudescidos por fenómenos atmosféricos, se establece en este sentido que los habitantes de los sectores aledaños al área afectada en San Francisco se encuentran en riesgo potencial ante los fenómenos de remoción en masa.

Considerando la problemática existente en San Francisco este proyecto plantea la realización de un plan de manejo para la mitigación del riesgo geológico en las once hectáreas afectadas de manera que se eviten o impidan futuras catástrofes en la zona de estudio y en las zonas aledañas. El desarrollo del plan de manejo consiste en el conjunto de actividades a realizar que den solución a los factores contribuyentes a la situación de riesgo

como son el deterioro del ecosistema (variación en cuencas, vegetación, topografía, etc) por el efecto antrópico, y otras eventualidades ocasionadas por la mala disposición de los recursos y residuos.

El plan empleado en San Francisco puede servir de base para futuras investigaciones en el campo del control de desastres y reducción del riesgo ante amenazas naturales, así como para elaborar políticas de prevención y atención para emergencias relacionadas con fenómenos de remoción en masa.