AMIANTOAREKIN KUTSATUTAKO LURZORUAK

OHAR TEKNIKOAK

Deskribapena eta ezaugarriak

Kutsatutako lurzoruak ikertu eta berreskuratzea

Erreferentzia mailak

Arriskuen azterketa

Teknikak eta azterketa metodoak

Kudeaketa eta berreskuratzea



ihobe
ingurumen hobekuntza
mejora ambiental

Herri-baltzua
Sociedad Pública del
EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
EKONOMIAREN GARAPEN, JASANGARRITASUN ETA INGURUMEN SAILA
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD Y MEDIO AMBIENTE

©IHOBE S.A., 2023ko ekaina

Editorea: Ihobe, ingurumen-kudeaketarako sozietate publikoa Ekonomiaren Garapen, Jasangarritasun eta Ingurumen Saila
Eusko Jaurlaritza

www.ihobe.eus

Urkixo zumarkalea 36, 6. solairua
48011 Bilbao
Tel: 94 423 07 43

AMIANTOAREKIN KUTSATUTAKO LURZORUAK

OHAR TEKNIKOAK

Amiantoarekin kutsatutako lurzoruak
ikertu eta berreskuratzea



ihobe
ingurumen hobekuntza
mejora ambiental

Herri-baltzua
Sociedad Pública del
EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO
EKONOMIAREN GARAPEN,
JASANGARRITASUN
ETA INGURUMEN SAILA
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD
Y MEDIO AMBIENTE

AURKIBIDEA

08 **Amianto. Deskribapena eta ezaugarriak.**

12 **Amiantoak ukitutako lurzoruen ikerketa.**

22 **Erreferentzia mailak.**

26 Arriskuen azterketa.

32 Teknikak eta azterketa metodoak.

38 Arriskua kudeatzeko eta amiantoak kutsatutako lurzoruak berreskuratzeko teknikak.

Amianto
Ohar Teknikoak

SARRERA

Euskal Autonomia Erkidegoan, kutsatutako lurzoruak ikertzeko eta lehengoratzeko alderdi teknikoak abenduaren 26ko 209/2019 Dekretuak arautzen ditu, lurzoruaren kutsadura prebenitzeko eta zuzentzeko ekainaren 25eko 4/2015 LEGEA eta gai jakin batzuk garatzen dituzten beste dokumentu batzuk (gida metodologikoak eta ohar teknikoak) garatzen dituenak.

Oro har, testu horietatik ateratzen diren jarraibideek gai kutsagarrien gama zabal batentzako erantzunak eman nahi dituzte. Hala ere, horietako bakoitzak izan ditzakeen ezaugarri desberdinak alde batera utzita, badira batzuk dauzkaten berezitasunengatik berariazko gogoeta egitea merezi dutenak. Horren adibide ditugu, adibidez, petrolioaren hidrokarburoak, eta baita dokumentu honetan biltzen diren ohar teknikoen xede den kutsatzailea ere: amiantoa. Ez soilik berez dituen ezaugarri fisiko-kimikoak edo toxikologikoak direla tarteko, baizik eta baita historian zehar izan dituen aplikazioengatik ere, lurzoruaren kutsatzaile nabarmena da amiantoa, eta arreta berezia eskaini behar zaio.

Dokumentu hau sei ohar teknikok osatzen dute, amiantoz kutsatutako lurzoruen ikerketa eta lehengoratzea diseinatu eta gauzatzeko moduaren homogeneizazioan aurrera egiteko lehen jarraibide batzuk emateko, ahal den neurrian, Euskal Herrian jarduera horietarako erabili ohi diren prozedurak errespetatuz.

Lehen ohar teknikoan, ingurumenean eragina duten amiantoaren ezaugarriak deskribatzen dira, hurrengo oharretan ematen diren jarraibideak hobeto ulertzen laguntzeko. Gehiegizko xehetasunetan sartu gabe, bigarren oharrak oinarrizko irizpideak eskaintzen ditu amiantoaren edo amiantoa duten materialen presentziaren eraginpean egon daitezkeen kokalekuak ikertzeko. Lurzoruaren ikerketaren emaitzen balioraziorako, hirugarren oharrean aipatzen diren erreferentziazko kontzentrazioak eta laugarrenean deskribatzen den arriskuen analisirako prozedura erabiliko dira. Ohar tekniko sail hori osatzeko, lehenik eta behin analisi teknikak berrikusi dira, eta, bigarrenik, saneamendu aukerak.

LEGE ESPARRUA ETA ERREFERENTZIA AGIRIAK

108/1991 ERREGE DEKRETUA, 1991ko otsailaren 1ekoa, amiantoak ingurumenean sortzen duen kutsadura saihestu eta gutxitzeari buruzkoa.

665/1997 ERREGE DEKRETUA, maiatzaren 12koa, lanean agente kantzerigenoekiko esposizioarekin lotutako arriskuetatik langileak babesteari buruzkoa.

31/1995 LEGEA, azaroaren 8koa, Laneko Arriskuen Prebentzioari buruzkoa.

AGINDUA, 2001eko abenduaren 7koa, zenbait substantzia eta prestakin arriskutsu merkaturatzeko eta erabiltzeko mugak ezartzen dituen azaroaren 10eko 1406/1989 Errege Dekretuaren I. eranskina aldatzen duena.

9/2005 ERREGE DEKRETUA, urtarrilaren 14koa, lurzorua kutsa dezaketen jardueren zerrenda eta lurzoru kutsatuen adierazpenerako irizpideak eta estandarrak ezartzen dituena.

396/2006 ERREGE DEKRETUA, martxoaren 31koa, amiantoaren eraginpean egoteko arriskua duten lanei aplikatu beharreko gutxieneko segurtasun- eta osasun-xedapenak ezartzen dituena.

199/2006 DEKRETUA, urriaren 10ekoa, lurzoruaren kalitatea ikertu eta berreskuratzeko erakundeak egiaztatzeko sistema ezarri eta erakunde horiek lurzoruaren kalitateari buruz egin beharreko ikerketen edukia eta norainokoa zehazten dituena.

4/2015 LEGEA, ekainaren 25ekoa, Lurzorua kutsatzea saihestu eta kutsatutakoa garbitzekoa.

7/2022 LEGEA, apirilaren 8koa, ekonomia zirkularrerako hondakinei eta lurzoru kutsatuei buruzkoa.

209/2019 DEKRETUA, abenduaren 26koa, Lurzorua kutsatzea saihestu eta kutsatutakoa garbitzeko ekainaren 25eko 4/2015 Legea garatzen duena.

49/2009 DEKRETUA, otsailaren 24koa, hondakinak hondakindegietan biltegiratuta eta betelanak eginda ezabatzea arautzen duena.

1357/2014 (EB) ERREGELAMENDUA, BATZORDEARENA, 2014ko abenduaren 18koa, hondakinei buruzko Europako Parlamentuaren eta Kontseiluaren 2008/98/EE Zuzentarauaren III. eranskina ordezten duena eta zuzentarau jakin batzuk indargabetzen dituena.

646/2020 ERREGE DEKRETUA, uztailaren 7koa, hondakinak zabortegian utzita ezabatzea arautzen duena.

RIVM Report No. 711701034: Beoordeling van de risico's van bodemverontreiniging met asbest (Lurzorua amiantoarekin kutsatzeko arriskuen ebaluazioa). F.A. Swartjes, P.C. Tromp, J.M. Wezenbeek. National Institute for Public Health and the Environment-RIVM (The Netherlands, 2003).

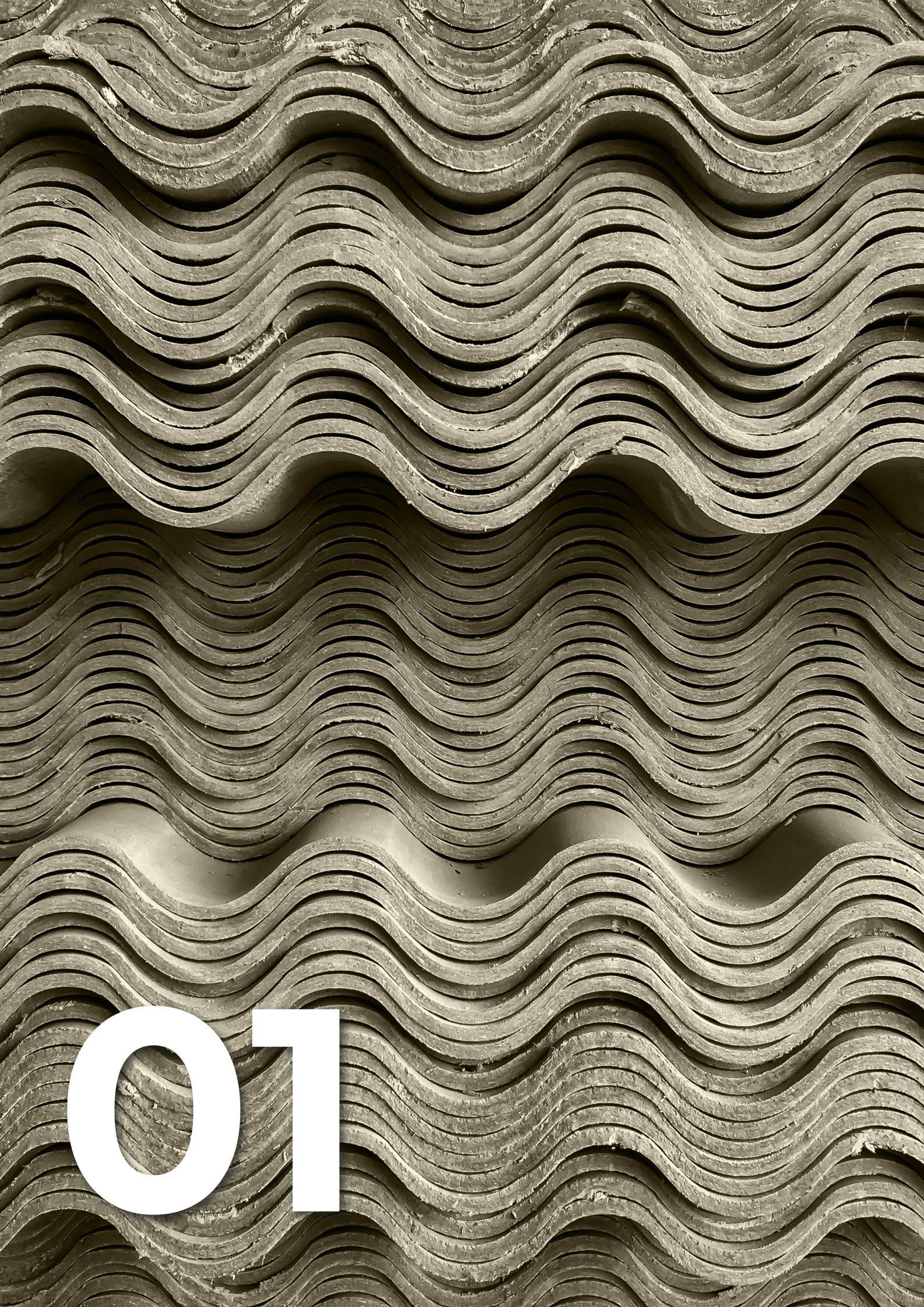
Soil Remediation Circular 2013. Ministry of Infrastructure and the Environment (The Netherlands, 2013).

Code de bonnes pratiques pour l'étude et le traitement de l'amiante dans le sol (Amiantoa lurrean aztertzeko eta tratatzeko jardunbide egokien kodea). Bruxelles Environnement. (Brussels, 2019).

UNE171370-2 Araua, Amiantoaren lokalizazioa eta diagnostikoa.

Amiantoarekiko esposizioarekin lotutako arriskuak ebaluatzeko eta prebenitzeko gida teknikoa. Lan eta Gizarte Ekonomia Ministerioa. 2022.

PRA/1080/2017 Agindua, azaroaren 2koa, Kutsadura sor dezaketen jardueren zerrenda eta lurzoru kutsatuen adierazpenerako irizpide zein estandarrak ezartzen dituen urtarrilaren 14ko 9/2005 Errege Dekretuaren I. eranskina aldatu zuena.


01

Amianto. Deskribapena eta ezaugarriak

DESKRIBAPENA ETA EZAUGARRIAK

Amiantoa (latinetik) edo **asbestoa** (grekotik) jatorri mineraleko eta konposizio kimiko aldakorreko silikato zuntzdunen multzoa da, eta, haustean edo birrintzean, zuntzak aska ditzakete.

Egitura kristalinoaren arabera, amiantoa **bi mineral multzotan sailkatzen da: serpentinak (krisotiloa) eta anfimoak (krozikdolita, amosita, antofilita, aktinolita eta tremolita).** Krisotiloa (edo amianto zuria) da gehien erabiltzen den barietatea, ondoren krozidita (amianto urdina) eta amosita (amianto marroia) daude.

Hurrengo taulan amianto-barietateak eta horien ezaugarriak agertzen dira.

Amianto-zuntzek gero eta zuntz finagoetan zatitu eta azpizatitzeko gaitasuna dute luzetara, arnas-sistemako hodi guztiak zeharkatu eta birikaren zatirik sakonenera (albeoloak) iritsiz eta bertan metatuz. Tamaina jakin bateko zuntzak ezin dituzte kendu makrofago albeolarrek, eta prozesu fibrogenikoak eta kantzerigenoak has daitezke. Horregatik, amiantoa lehen mailako kantzerigeno (C1) gisa sailkatuta dago, eta gutxienez hiru eritasun larriren kausa dela frogatu da: asbestosia, pleurako mesotelioma eta peritoneala eta biriketako minbizia.

Anfibol-zuntzak zuzenak, motzak eta zurrunak dira, eta, gainera, serpentinetako zuntzak (krisotiloa) baino erresistenteagoak dira beroari eta azido-erasoei dagokienez. Ondorioz, azken horiek baino arriskutsuagoak dira, sartzeko gaitasun handiagoa dutelako eta makrofago albeolarrek suntsitzeko aukera txikiagoa dutelako.

BARIETATE ERABILIENAK



KRISOTILOA

AMIANTO ZURIA

Talde mineralogikoa
Serpentinak

Konposizioa
$Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4$

CAS zk.:
12001-29-5
132207-32-0

Ezaugarriak
Zeta-antzeko zuntz malgu eta meheak.



AMIANTO MARROIA

Talde mineralogikoa
Anfibolak

Konposizioa
$Fe_7Si_8O_{22}(OH)_2$

CAS zk.:
12172-73-5

Ezaugarriak
Zuntz distiratsu, gogor eta zuzenak.



AMIANTO URDINA

Talde mineralogikoa
Anfibolak

Konposizioa
$Na_2Fe^{2+}{}_3Fe^{3+}{}_2Si_8O_{22}(OH)_2$

CAS zk.:
12001-28-4

Ezaugarriak
Kolore urdin biziko zuntz zuzenak, erdi-mailako gogortasunarekin, krisotiloaren eta amositaren artean.

VARIEDADES MENOS UTILIZADAS



AMIANTOA

Talde mineralogikoa
Anfibolak

Konposizioa
$Fe_6(Si_8O_{22})(OH)_2$

CAS zk.:
77536-66-4

Ezaugarriak
Kolore zuriko zuntzak.



ANTOFILITA

AMIANTOA

Talde mineralogikoa
Anfibolak

Konposizioa
$(Mg, Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_4$

CAS zk.:
77536-67-5

Ezaugarriak
Zuntz-masetan azaltzen da, kolore zuriko zuntz motzen sortekin.



TREMOLITA

AMIANTOA

Talde mineralogikoa
Anfibolak

Konposizioa
$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_4$

CAS zk.:
77536-68-6

Ezaugarriak
Kolore zuriko zuntzak ditu.

1. taula. Lurrean amiantoa tratatzeko teknika ohikoenen deskribapen orokorra

Amiantoaren eta amiantoa duten materialen arriskugarritasuna material horiek osatzen dituzten zuntzak askatzeko duten gaitasunaren araberakoa da, hau da, haien **hauskortasunaren** araberakoa.

Material baten hauskortasuna honako faktore hauen araberakoa da:

- Zuntzen kantitatea materialean edo aplikazioan.
- Beste konposatu batzuekiko nahasketa mota, hau da, zuntzaren eta nahastuta dagoen material edo material aglutinatzaileen arteko kohesibotasun handiagoa edo txikiagoa (adibidez, zementuak gogor atxikitzen ditu zuntzak, eta igeltsuak, berriz, ahul).
- Aplikazio mota, kanpoko ekintza klimatologikoek, antropikoek eta abarrek izan dezaketen eragin-maila zehaztuko duena.
- Materialaren kontserbazio-egoera, material baten hauskortasuna handitu egiten baita zahartzen denean eta apurtu edo hondatu egiten denean.

Hauskortasunaren arabera, honako tipologia hauek bereizten dira:

1. **Amianto hautsezina** (amianto lotua edo atxikia ere esaten zaio). Ez du zuntzik askatzen, makinen edo erreminten zuzeneko eraginez ez bada; izan ere, zuntzak beste material batzuekin nahastuta daude, normalean zementuarekin, kolarekin, asfaltoarekin edo biniloarekin, eta horiek agente aglutinatzaile gisa jarduten dute.
2. **Amianto hauskorra** (lotu gabeko edo atxiki gabeko amiantoa ere esaten zaio). Eskuaren mugimendu hutsaz sakabanatu edo hauts bihur daitekeena da, edo talken, bibrazioen edo airearen mugimenduaren ondorioz zuntzak aska ditzakeena, bere zuntzak ez baitaude beste ezein materialez lotuta.

Amiantoak dituen propietate isolatzaile, mekaniko, kimiko eta beroaren eta sugarren aurkako erresistentzia bikainak eta kostu baxu erlatiboa direla eta, industria- eta etxe-aplikazio askotan erabili zen, 2002an Espainian erabiltzea, ekoiztea eta merkaturatzea debekatu zen arte.

Aplikazio ohikoenetako batzuk honako hauek izan ziren: estalkiak, lurzoruko lauzak, sabai aizunak, fatxadak estaltzeko plakak, panel isolatzaileak, hodiak eta tutuak, deposituak, suaren aurkako ehunak, pinturak, asfaltoak, balazta-pastillak eta -zapatak, labeen isolamendua, galdarak eta beste ekipo batzuk.

AMIANTOA LURZORUAN INTERESA DUEN KONPOSATU GISA IDENTIFIKATZEA

Amiantoa duten materialen fabrikazioa (MCA), horiek kudeatzeko jarduketa desegokiak, eta amiantoa oraindik instalatuta duten materialen degradazioa dira amiantoak lurzorua kutsatzeko arrazoi nagusiak.

Ingurune horretan, amiantoa hainbat modutan aurki daiteke:

- Argi eta garbi identifikatzeko moduan (piezak, panel isolatzaileak, hodiak, zatiak, etab.), oro har isurketaren ondoriozko depositu diskretuetan.
- Materialaren degradazioaren ondorioz, amiantoa (MCA) duten material-zati txikiak edo sakabanatutako zuntz-sorten gisa aurkitu ahal izango dira, batzuetan ikusgai, baina batzuetan nekez detektatu ahal izango dira.
- Ikus ezin daitezkeen zuntz solte gisa, laborategian egindako analisien bidez soilik detekta daitezke.

Beste kutsatzaile batzuk bezala, **lurzoruetan amiantoaren presentzia behar bezala ikertu behar da,** honako hauetan ezarritakoa betez: lurzoru kutsatuen arloan indarrean dagoen legeria, *Lurzorua kutsatzea saihestu eta kutsatutakoa garbitzeko ekainaren 25eko 4/2015 LEGEA eta Lurzorua kutsatzea saihestu eta kutsatutakoa garbitzeko ekainaren 25eko 4/2015 LEGEA garatzen duen abenduaren 26ko 209/2019 Dekretua.*

Oro har, aurretiazko ikerketa edo *in situ* azterketa egin ondoren, lurzoruan amiantoa edo amiantoa duten produktuak daudela egiaztatzen denean edo susmatzen denean, lurzoruan amiantoa dagoela ikertuko da.



02

Amiantoaren eraginpean dauden lurzoruen ikerketa.

ALDEZ AURREKO KONTSIDERAZIOAK

Beste kutsatzaile batzuei dagokienez, amiantoa egon daitekeela susmatzen den lurzoruen ikerketak ikerketaren diseinuan kontuan hartu behar diren ezaugarri bereziak erakusten ditu.

Lehenik eta behin, amiantoa oso forma desberdinetan ager daiteke lurrean, eta kasu batzuetan, bisualki, landan detekta daiteke (lurperatu gabeko amiantodun materialak edo material-zati handiak), baina zaila da beste askotan bisualki identifikatzea; izan ere, degradatuta eta lurzoruarekin nahastuta egon daiteke, zati txiki edo zuntz sakabanatuen bidez. Amiantoa, gainera, zuntz solte gisa ager daiteke, eta laborategian egindako analisien bidez baino ez da egiaztatzen amiantoaren presentzia.

Aurkezteko modu desberdinen ondorioz, lurzoruan duen banaketa **oso heterogeneoa** izan daiteke, eta hori kontuan hartu beharko da ikerketaren diseinuan (adibidez, lagin-kopuruaren kalkuluan edo laginen bolumenean).

Bestalde, amiantoak substantzia kutsatzaile gehienen aldean, **ingurumen-portaera** desberdina du: material geldoa da, oso iraunkorra, eta ez da kimikoki degradatzen. Aitzitik, gertatzen den degradazio bakarra amiantoa duen materialetik edo produktutik zati eta zuntzetara izaten da, eta horrek arriskugarritasuna handitzea dakar.

Amianto-zuntzak ez dira lurrunkorrak, ez dira lurrean zehar zabaltzen eta ez dira uretan disolbatzen. Zuntzak **migratzeko mekanismo** nagusia, eta ia bakarra, materiala aldatzearen ondorioz airean suspentsioan egotea da.

Amiantoaren ezaugarriek eta ingurumen-portaerak berekin dakarte, gainera, kutsatzaile horrek lurzoruan duen presentziari lotutako **arriskuen estimazioak** konplikazio gehigarriak ekartzea kutsatutako lurzoruetan (potentzialki) arriskuen analisi kuantitatiboa egiteko prozedura konbentzionalari. Horren arrazoia da, funtsean, esposiziopean dauden banakoek jasaten dituzten arriskuak ez direla kutsatzailearen kontzentrazioaren eta haren eraginpean egotearen maiztasunaren eta iraupenaren araberakoak soilik, baita beste parametro batzuen araberakoak ere, hala nola amianto mota, lurzoruan dagoen egoera eta kokapena, lurzoru mota edo higaduraren, haizearen edo zuntzak askatzea eragin dezaketen giza jardueraren ondorioz izan ditzaketen aldaketak. Horregatik guztiagatik, gaur egun ez dago eredurik amiantoarekin kutsatutako lurzoruak aireko zuntzen kontzentrazioari egiten dion ekarpena zehaztasun onargarriz zehazteko.

Amiantoa duten lurzoruen **laborategiko analisiak** ere baditu ikerketa-prozesuan kontuan hartu beharreko berezitasunak. Gaur egun, oso bestelako informazioa eskaintzen duten hainbat metodo eta teknika analitiko daude eskuragarri. Ondorioz, ezinbestekoa izango da analisiaren xedea argi izatea, teknika egokiena definituko baitu. Teknika batzuek zuntzen presentzia edo gabezia zehazten dute; beste batzuek, berriz, zuntz mota edo amianto kopuru osoa edo tipologiaren (krisotiloa, amosita, etab.) edo hauskortasunaren (hauskorra, hautsezina) arabera bereizitako amianto-kantitatea identifikatzeko aukera ematen dute. Beste edozein kutsatzaileren kasuan gertatzen den bezala, teknikarik egokiena aukeratzeaz gain, teknika horrek kuantifikazio-muga batzuk lortzeko duen sentikortasunaren araberakoa izango da, analisiaren emaitzak kasu bakoitzean aplikatu beharreko erreferentzia-mailekin alderatu ahal izateko.

Ez da ahaztu behar, gainera, mikroskopia teknika analitiko gisa erabiltzeak amianto-zuntzak eskuz zenbatzea dakarrela, eta, horretarako, lan horren subjektibotasuna minimizatzeko zehaztutako metodoak erabiltzen direla. Metodo horiek, adibidez, zuntzak kontabilizatzeko tamaina-definizio eta -irizpide desberdinei erantzuten diete; horregatik, gerta daiteke metodo desberdinen bidez lortutako emaitzak zuzenean konparagarriak ez izatea.

Azkenik, amiantoaren arriskugarritasuna, besteak beste, haren **hauskortasunari** lotuta dagoela kontuan hartuta, amiantoarekin kutsatutako lurzoruak ikertzeko eta berreskuratzeko, lurzorua ahalik eta gutxien aldatzen duten teknikak erabili beharko dira.

Gainera, amiantoaren eraginpean egoteko arriskua duten lanak egiteko berariazko prebentzio- eta kontrol-neurri guztiak hartu beharko dira, *martxoaren 31ko 396/2006 ERREGE DEKRETUAK, amiantoaren eraginpean egoteko arriskua duten lanei aplikatu beharreko gutxieneko segurtasun- eta osasun-xedapenak ezartzen dituenak, xedatutakoaren arabera*.

Lurzoruaren kalitatea ikertzeko prozesu orokorraren desbideratzeak edo sinplifikazioak onartu ahal izango dira (aurretiazko ikerketak, esplorazio-ikerketak eta ikerketa xehatuak), baldin eta ikerketaren irismena mugatzea badakarte, eta berreskuratze-neurriak zuzenean diseinatzea eta betearaztea badakarte, salbuespen gisa, eta eskura dauden datuek aukera ematen badute irtenbiderik egokiena amiantoarekin kutsatutako lurzoruak in situ konfinatzea dela ondorioztatzeko, bereziki lan-agintaritza eskudunak hala ezarri duenean.

AMIANTOA EGON DAITEKEEN SUSMOPEKO LURZORUAK IKERTZEA

Gai orokorrak

Amiantoaren presentziak eragindako lurzoruen ikerketa Euskal Autonomia Erkidegoan ezarritako lurzoruaren kalitatearen ikerketa-eskemaren arabera egingo da, hau da, ***Lurzorua kutsatzea saihestu eta kutsatutakoa garbitzeko ekainaren 25eko 4/2015 LEGEA garatzen duen abenduaren 26ko 209/2019 Dekretuaren I.*** eranskineko jarraibideei jarraituko zaie, bai eta beste edozein substantzia kutsatzaileren kasuan ere, garrantzitsutzat jotzen diren lurzoruaren berezitasunetara egokituta.

Ondorioz, amiantoak kutsa ditzakeen lekuetako lurzoruaren kalitatearen ikerketa konplexutasun progresiboko bi fasetan egingo da, eta fase horiek, aldi berean, hainbat etapatan egin ahal izango dira edo kanpaina desberdinak barne hartu ahal izango dituzte, ikerketaren irismena kokaleku bakoitzaren berezitasunetara egokitzeko asmoz:

- Esploratzeko ikerketa
- Ikerketa xehatua

Arriskuen azterketaren ondorioz (ikerketa xehatuaren zati bat) arrisku onartezina antzemango balitz, lurzoruaren kalitatea egungo erabilerarekin eta aurreikusitako erabilerarekin bateragarri egiteko aukera emango duten saneamendu-alternatiben azterketa egingo da, eta, azterlan honen emaitzetan oinarrituta, dagokion berreskuratze-plana idatziko da.

Era berean, kontuan izan behar da lurzoruan amiantoa beste kutsatzaile batzuekin batera ager daitekeela. Horregatik, ikerketaren diseinuak eta gauzatzeak, eta saneamenduak, hala dagokionean, kasu bakoitzean interesgarriak diren kutsatzaile guztiei lotutako eskakizunak integratu beharko dituzte.

Hurrengo ataletan, amiantoarekin kutsatuta egon daitekeen lurzoru bat ikertzeko orduan kontuan hartu beharko diren berezitasun nagusiak soilik deskribatzen dira, lurzoruaren kalitatea ikertzeko prozedura konbentzionalean definitutako gaietan sartu gabe.



Noiz ikertu amiantoaren presentzia kokaleku batean

Amiantoaren propietate isolatzaileak, mekanikoak, kimikoak eta beroaren eta sugarren aurka duen erresistentzia bikaina eta haren kostu baxu erlatiboa direla-eta, industria- eta etxe-aplikazio askotan erabili zen, hala nola estalkietan, lurzoru-lauzetan, sabai faltsuetan, fatxadak estaltzeko plaketan, panel isolatzaileetan, hodi eta tutuetan, biltegietan, suaren aurkako ehunetan, pinturetan, asfaltoetan, balazta-pastilletan eta -zapatetan, labeen isolamenduan, galdaretan eta beste ekipo batzuetan, harik eta 2002an Espainian erabiltzea, ekoiztea eta merkaturatzea debekatu zen arte.

Material horien fabrikazioak eta horiek kudeatzeko jarduketa desegokiek amiantoaren eraginpean dauden kokalekuak edo lurzoruak sortu ahal izan dituzte.

- Beste kutsatzaile batzuekin bezala, lurzoruaren esplorazio-ikerketaren (aurretikoa) esparruan, kontuan hartu behar da amiantoa egon daitekeela, kokalekuan gauzatutako jardueren eta erabilera historikoen arabera.

Lurzoruan amiantoa egotea ekar dezaketen jardueren eta erabileren artean, aipatzekoak dira, inbentario zehatz bati erantzun nahi izan gabe, hurrengo taulan jasotzen direnak.

Motak	Jarduerak
MCA industriak	Amiantodun materialen fabrikazioa (MCA).
Industria-instalazioak	Amiantoaren aplikazio ezagunak dituzten industria-jarduerak: ontzi-, militar- edo trenbide-instalazioak, eraikuntza- eta eraispen-hondakinak tratatzeko plantak, enpresa petrokimikoak, gas-fabrikak, metalurgia-enpresak (tenperatura altuen aurkako babesa), automobil-industria (balazta-forruak, enbrageak, junturak), solamendu termikoko materialak dituzten produktuen fabrikatzaileak (tren-bagoiak, ontzigintza, suarekiko erresistentea den arropa), industria kimikoa (eraso kimikoaren aurkako babesa), etab.
Zabortegiak	Kontrolik gabeko zabortegiak, txatar-biltegiak.
Betelenak	Amiantoaren industriako hondakinekin edo eraikuntzako hondakinekin eta amiantoarekin ekarritako lurrez betetako kokalekuak, dragatzeetatik datozenak barne.
Eraispenak	Egiturak (airekoak edo lurpekoak) kontrol egokirik gabe eraitsi diren lursailak.
Kanpoko aplikazioa	Amianto-egiturak dituzten eraikinak edo instalazioak (eraikinetako estalkiak edo fatxadak, itxitura gisa erabilitako zuntz-zementuzko plakak, etab.), aire zabalean edo beste kalte batzuetan hondatuta daudenak.
Biltegiratzeak	Eraikuntzako materialen edo asbestoak dituzten eraikuntzako eta eraispeneko hondakinen biltegiratze arduragabea.
Industria-aurriak eta erabiltzen ez diren zerbitzuak	MCAko egiturak dituzten eraikin edo instalazio abandonatuak (amiantodun materialak), erabiltzen ez diren zerbitzu lurperatuak barne (hodiak, esaterako).
Suteak, leherketak eta muturreko klima gertaerak	Amiantodun egiturak eta horien ingurunea dituzten kokalekuak, fenomeno horietako edozeinen ondorioz kalteak jasan dituztenak.

2. taula. Amiantoagatik lurzorua kutsatu ahal izan duten jarduerak

Oro har, lurzoruko amiantoa ikertuko da, azterketa historikoa edo in situ azterketa egin ondoren, kokalekuan amiantoa dagoela edo egon daitekeela ondorioztatzen denean.

Hala ere, kontuan hartuta erabilera zabala duela hainbat aplikaziotan, batez ere eraikuntzan, eta zaila dela begi hutsez identifikatzea kasu batzuetan, amiantoa konposatu interesgarritzat hartu beharko da nahitaez, eta, beraz, aztertu egin beharko da, kontrolik gabeko hondakin-biltegi zaharretan eta zabortegietan (kutsatzaile mota hori egon daitekeen susmoa dagoen eremu eta geruzetan, adibidez, eraikuntzako eta eraispeneko hondakinetan) eta ingurumen-organoaren kontrolik gabe eraispenak egin diren lekuetan egiten diren lurzoruaren kalitateari buruzko ikerketetan, aztarna grafiko, dokumental edo analitikoen bidez egiaztatu ezean ez dagoela edo ezinezkoa dela kokalekuan horrelako kutsadurarik egotea.

Betelanak direnean (batzuetan amiantodun hondakinak izan ditzakete), kokalekua ez dela susmagarria ulertuko da, baldin eta hondakinen tamainak eta konposizioak, jatorriak edo kokalekuaren erabilera historikoak amiantorik ez egoteko bide ematen badute.

Kokalekuan identifikatutako amiantoa duten materialak hondatuta ez daudenean eta material horren hondarrak lurrean amaitu ez direla bermatu daitekeenean, kokalekua ez da susmagarritzat hartuko.

Amiantoa izan dezaketen materialekin egindako kanpoko aplikazioen kasuan, egiaztatu beharko da material horiek hondatuta, degradatuta edo amianto-zuntzak migratzea eragin lezaketen bestelako kalterik duten, saneamendu-sistemara isurtzen duten euri-urak biltzeko sistemarik ez dagoen (teilatu eta estalkietan erretenak, esaterako), ur horiek lurzoruarekin kontaktuan jarri gabe, eta kanpoko aplikazio horien pean lurzorua zolatu gabe dagoen. Inguruabar horiek guztiak gertatzen badira, amiantoa ikerketarako interesekoa den kutsatzaile bihurtuko da. Higadura edo degradazioa duten eta ura biltzeko sistemak (erretenak eta zorrotenak) dituzten teilatuetan eta estalkietan, amianto-hondakinak egon daitezkeela egiaztatu beharko da, soilik hustubide-eremuetan.



Esploratzeko ikerketa

Amiantoa egon daitekeela susmatzen den lurzoruen esplorazio-ikerketaren helburua izango da, gainerako kutsatzaileen kasuan bezala, eta ekainaren 25eko 4/2015 LEGEAREN arabera, lurzorua aldatzea edo kutsatzea eragin dezaketen amianto-kontzentrazioak daudela egiaztatzea.

Azterketa historikoak aukera eman beharko du egiaztatzeko **2. taulan** aipatutako jardueraren batek eragin ote dion kokalekuari, hau da:

- Kokalekuan edo haren inguruan amiantodun materialak (MCA) sortu diren instalazioak aurkitu badira.
- Ahal bada, amiantoa fabrikatzeko hondakinak dituzten betegarririk dagoen edo amiantoa zuten eraikuntza- eta eraispen-hondakinik.
- Amiantoa duten eraikinen edo egituren kontrolik gabeko eraispen ez-selektiboak egin badira.
- Zolatu gabeko lurzoruetan amiantoaren kanpoko aplikazioak egoera txarrean dituzten eraikinak edo egiturak dauden edo egon diren.
- Hondakindegirik edo kontrolatu gabeko hondakindegirik badagoen.
- Kokalekuan amiantoa dagoela pentsaraz dezakeen beste edozein zantzu badago.

Kokalekuan amiantoaren zantzurik badago, amianto motari, amianto hori dagoen moduari eta kutsatzaileak hedaduran eta sakoneran izan dezakeen banaketari buruzko informazio gehigarria lortzen saiatuko da.

Bestalde, **ingurune fisikoaren azterketak** arreta berezia eskainiko die amianto-zuntzak askatzeko eta sakabanatzeko prozesuan eragina izan dezaketen alderdi guztiei, besteak beste, fenomeno meteorologikoei, lurzoruak kokalekuan eta ingurunean dituen jarduera eta erabilerei, gaur egungoei eta etorkizunekoei.

Amiantoa intereseko kutsatzailetzat hartzen den kasuetan, kokalekua **in situ aztertzen** den bitartean, lurzoruan edo inguruko eraikin eta egituren kanpoko aplikazioetan amiantoa edo amiantoa duten materialak dauden edo amianto-hondakinak izan ditzaketen isurketa-eremuak dauden egiaztatuko da. Azterketa in situ egin beharko da, interesekoa den kokalekuaren azalera osoa sistematikoki ikuskatu dela ziurtatzeko moduan. Kokalekua behar bezala ezagutzeko, landaretzarik gabe egon beharko da (belarsastrakak garbitzeko lanak kontu handiz egingo dira, eta ez da materialik aldatuko, eta, horrela, ez da zuntzik askatuko), bai eta putzurik edo lurra behar bezala ikuskatzea eragotziko duten bestelako elementurik gabe ere. Dena dela, kontuan izan behar da amiantoa zuntz moduan edo lurzoruarekin nahastutako zati txiki moduan edo beste hondakin mota batzuetan agertzen bada, zaila izan daitekeela antzematea, eta laborategiaren karakterizazioan detektatuko dela.

Ikuskapen bisualean behatutako amianto-hondarren (potentzialen) datuak kontu handiz erregistratu beharko dira, dagokion dokumentazio grafikoarekin batera. Informazio-erregistroak honako hauek jasoko ditu: amiantoa duten materialen deskribapena (MCA), tipologia eta egoera (degradazioa, hauskortasuna), dagoen kantitatearen zenbatespena, ukitutako eremuen mugaketa eta balizko ukipenaren sakoneari buruzko ohartarazpenak.

Arriskuen eredu kontzeptual on bat egitea bereziki garrantzitsua da amiantoaren kasuan; izan ere, ikerketa diseinatzeko eta gauzatzeko oinarria izateaz gain, landalanak egiteko ardura duten langileentzat hartu beharreko berariazko neurriak identifikatzen lagunduko du. Arriskuen eredu kontzeptuala definitzerakoan, aurrez bildutako informazio guztia hartu beharko da kontuan, baita amiantoaren ezaugarri bereziak eta ingurumen-portaera ere. Zehazki, honako gai hauek hartuko dira kontuan:

- **Arriskuaren iturriaren** deskribapena funtsezkoa da amianto-mineralen dibertsitatearen aurrean, aurkezteko moduaren eta jatorriaren aurrean (eraispen ez-selektiboak, eraikuntza- eta eraispen-hondakinen betelanak, amiantodun materialen fabrikazioaren hondakinak, etab.). Kontzentrazioak eta amianto-motak, hauskortasunak, degradazio-egoerak, hedadurak edo sakonerak presente egon behar dute beti eredu kontzeptualean.
- Kontuan hartuko diren **hartzaile** bakarrak pertsonak izango dira. Ez dago landare eta ornogabeentzako arrisku-ebidentziarik. Amiantoa egotea ere ez da arriskutsua urarentzat, ezta eraikinen egiturarentzat ere. Beraz, kontuan hartuko den hartzaile bakarra gizakia izango da: langileak, egoiliarrak, publikoa oro har, eta langileak lurzoruaren ikerketan eta bitartekotzan. Azken horientzako arriskuen ebaluazioa laneko arriskuen prebentzioaren esparruan egingo da.
- Oro har kontuan hartu beharreko **esposizio-bide bakarra** lurretik datozen zuntzak arnastea izango da, kanpoaldean edo barrualdean. Ukipen dermikoa zuntzen atxikipena eta garraioa saihesteko babes-neurriak hartzeko baino ez da aintzat hartzen. Irenstearen ondoriozko arriskuak hutsaltzat hartzen dira.

- **Sakabanatze-ibilbideei eta garraio-mekanismoei** dagokienez, kontuan izan beharko da amianto-zuntzak ez direla lurruntzen eta ez direla uretan disolbatzen. Hala ere, diametro txikiko zuntzak eta zuntzak dituzten partikula txikiak airean suspentsioan egon daitezke luzaroan, eta, horrela, haizeak urrutira eraman ditzake lurreratu eta metatu arte. Batzuetan, ur-korronteek eragin dezakete zuntz horien dispertsio-fenomenoa. Zuntz eta partikula handiagoak azkarrago metatzen dira. Lurzorua asalduraren baten ondorioz aldatzen bada, hala nola, higadura eta dispertsio atmosferikoa, jariatzea edo izaera naturaleko (ekaitzak, suteak, etab.) edo antropikoko (pertsonen edo ibilgailuen zirkulazioa, lur-mugimenduak, laboreak, etab.) materialaren edo lurzoruaren beste aldaketa batzuk, amianto-zuntzek migratu egin dezakete, batez ere gainazalean, eta oso gutxitan metatuko dira sakoneran.
- Oso gutxitan hartu behar da kontuan **amianto-zuntzen migrazioa lurpeko edo azaleko uretan edo azaleko isurketan zehar**. Zuntzak gizakien presentzia duten eremuetan (adibidez, aldi lehorretan) metatu eta esposizioan jar daitezkeen kasuetan bakarrik.
- Amiantoa material geldoa da, oso iraunkorra, eta ez du **degradazio-prozesurik** eragiten, narriadura edo higadura izan ezik. Horren ondorioz, zuntzak askatzen dira, eta horrek, materialaren hoztasun-ezaugarrien arabera, haren arriskugarritasuna areagotuko du. Prozesu fisikoen ondorioz, asbestoen zuntzak zati laburragoetan hauts daitezke, edo banakako zuntz gehiagotan banandu. Gainera, aipatzekoa da asbestoen forma ohikoenak, krisotiloak, minerala apur bat gal dezakeela ingurune azidikoetan. Horrela, lurzoru bat zenbat eta azidoagoa izan, orduan eta aukera gehiago amiantoarekin lotzen diren konposatuak degradatzeko eta denboran zehar zuntzen askapena areagotzeko.

Nahiz eta ohikoena aurretiazko ikerketak laginak hartzea eta karakterizatzea aintzat ez hartzea den, baliteke kasu batzuetan gomendagarria izatea. Horrela, material hori eduki dezaketen material susmagarrietan amiantoaren presentzia aldez aurretik egiaztatzea, argi polarizatuaren mikroskopia (APM) bezalako metodoen bidez, erabakigarria izan daiteke ikerketaren irismena definitzeko, amiantoa izan baitaiteke intereseko konposatuen artean, lortutako emaitzen arabera.

Esploratzeko ikerketaren lehen fase (atariko) honen emaitza gisa:

- Modu justifikatuan zehaztuko da kokalekua amiantoz edo amiantoa duten materialez kutsatuta dagoen susmagarria den ala ez.
- Kokalekuaren barruan muga daitezkeen azpieremu eta geruzetarako, kutsadura banatzeko hipotesiak ezarriko dira (zentzu horizontalean eta bertikalean, azalaren azpian edo sakoneran).
- Esploratzeko ikerketaren landa-lanaren estrategia diseinatuko da.

Ez da beharrezkoa izango ikerketan aurrera egitea, baldin eta egiazta badaiteke amiantoagatiko afekzioa lurzoruko gainazal estalian (hormigoiztatua edo asfaltatua, adibidez) dagoen amiantoa (MCA) duten materialetara mugatzen dela.

Lurzoruko amiantoaren laginketa eragiketa konplexua da, lagin adierazgarriak lortzeko zailtasuna dela eta. Amiantoa, oro har, modu heterogeneoan banatzen da ingurune horretan, eta, gainera, arriskugarritasun desberdina du, honako hauen arabera: amianto-mota, amiantoaren hauskortasuna parametro hori, gainera, aldatu egin daiteke denboraren poderioz, materialaren degradazioaren ondorioz) eta zuntzen luzera. Inguruabar horiek kontuan hartu beharko dira amiantoaren banaketari buruzko ikerketaren diseinuan.

Amiantoa duten lurzoruen ikerketaren esparruan, material hori aurkezteko modu desberdinen laginak bilduko dira: amiantoa duten materialak (MCA) (baldintza onetan, nahiz eta apurtuta edo zatituta egon, edo asbesto fibrosoa osatuz eraldatuta edo degradatuta egon) eta amiantoa izan dezaketen lurzoru susmagarriak.

Amiantoa duten materialak (MCA) egon daitezkeenez, batetik, laginketa-estrategiak berezitasunak ditu beste kutsatzaile batzuekiko, eta, bestetik, ikusizko ikuskapenak (azalerarena ez ezik, lurrazaleko lurzoruarena eta lurzoruaren geruza desberdinena ere) oso zeregin garrantzitsua betetzen du karakterizazioan.

Laginketa-puntuen eta laginen kopurua zehazteko, honako jarraibide orokor hauek hartuko dira kontuan:

- Laginketa-puntuen kopurua ekainaren 25eko 209/2019 Dekretuak esploratzeko ikerketan lurzoru-laginak hartzeko ematen dituen irizpideei jarraituz ezarriko da.
- Kokalekua azpieremuetan banatuko da, amiantoa izan dezakeen materialaren banaketa espazialaren arabera. Horretarako, aurretiazko ikerketa-fasean lortutako informazioa hartuko da kontuan, batez ere gainazalaren ikuskapen bisualean.
- Laginketa-puntuak, ahal dela, sistematikoki banatuko dira eremu susmagarri bakoitzaren azaleraren gainean.
- Kutsatzaile honentzat, garrantzi berezia hartzen du gainazalpeko materialen ikuskapen bisualak. Ikusizko ikuskapena eta laginak hartzea geruza susmagarri bereizgarri bakoitzari dagokio, eta, nolanahi ere, gehienez 50 cm-koa izango da.
- Hauskorra ez den amiantoa bakarrik hautematen bada, identifikatutako material bakoitzarekin osatutako lagin bat hartuko da, mineral horren presentzia egiaztatzeko eta mota zehazteko. Egiteko modu hori gainazalean dagoen amiantoari aplikatuko zaio, bai eta kutsadura mota hori jasan dezaketen geruzetan begi hutsez ikusten denari ere. Hala ere, lagin konposatuak soilik onartuko dira zulaketen zoruko materialak antzekoak direnean amiantoa eduki dezakeen material motari, amiantoaren material susmagarriaren azalera/pisuari, amiantoaren

pieza susmagarrien kopuruari eta lurzoruaren egiturari/despropioen kopuruari dagokienez. Azpieremu baten barruan alde handiak badaude, berriz aztertu beharko da ikerketa-hipotesia.

- Amiantoa zuten egiturak ezabatu badira, lurrean izan zezaketen aztarna ikertu behar da. Ikusizko ikuskapenaz gain, lurpetik laginak hartzea beharrezkoa izango da lurperatuta dauden edo lurzorua eraldatu ahal izan duten egituretarako (adibidez, higadura- edo degradazio-prozesuen eraginpean dauden kanpoko egiturengatik). Oro har, 30 cm-ko sakoneratik beherako laginketa ez dago justifikatuta. Laginketa 50 cm-raino luzatu behar da alboetan, oinatz-markaren perimetrotik kanpo.
- Kokalekuko zonetan dauden amianto-kantitateak (bereziki amiantodun materialenak) behar bezala adierazi ahal izateko, induskatutako eta ikuskatutako geruzen bolumenak zehatz-mehatz erregistratu beharko dira landa eremuan.

Gainera, laginaren tamaina, adierazgarritzat hartu ahal izateko, granulometriarekin edo lagindu beharreko materialaren tamainarekin lotuta dagoenez, amiantoaren kasuan, material kantitate handi samarrak aztertu behar dira laginketa-puntu bakoitzeko, eta hartu beharreko lagin-bolumenak handiagoak dira beste kutsatzaile batzuen kasuan baino. Horrela, gutxieneko lagin-kopurua 10 km-koa izango da.

Bestalde, eta lurzoruan amiantoa ager daitekeen forma desberdinengatik eta horiek izan dezaketen arriskugarritasunarekin duten loturagatik, garrantzi berezia du laginketa-teknikak. Aukeratutako teknikak lurra ahalik eta hobekien behatzeko aukera eman beharko du, eta, aldi berean, lurzorua eta amianto-zuntzak edo amianto-zuntzak izan ditzaketen materialak ahalik eta gutxien eraldatzeko aukera eman beharko du.

Laginketa-teknikak laginketaren helburuen, kutsaduraren ezaugarrien (hedadura, sakonera) eta materialaren ezaugarrien (hauskortasuna) arabera hautatuko dira. Eskuarki, eskuzko laginketa-teknikak erabiliko dira gainazalean amiantoa (MCA) duten material-zatiak eta laginketa sakonerako dastatzeak edo zangak aurkitzen direnean. Katen ordezko zundaketen erabilera behar bezala justifikatu beharko da. Nolanahi ere, beharrezkoa izango da amianto-zuntzak isurtzeko aukera ahalik eta gehien murriztea.

Amiantoak lurzoruan izan dezakeen banaketa heterogeneoa kontuan hartuta, ikerketa-lana **lagin sinpleak hartuta** egingo da. Azalera handiak ikertu nahi direnean bakarrik hartu ahal izango dira lagin konposatuak, betiere ikertutako zulaketen eta geruzaren materialak homogeneoak badira. Era berean, lagin konposatuak hartuko dira, arestian adierazi bezala, izaera bereko amiantoa duten materialak karakterizatu nahi direnean.

Laginak hartzeko lanak amaitu ondoren, zulaketak kontu handiz itxiko dira, eta ateratako materiala jatorrizko sakoneran sartuko da berriro.

Amiantoaren egonkortasun kimikoa eta lurzoruan duen mugiezintasun erlatiboa kontuan hartuta, oro har ez da beharrezkoa izango ikerketan **lurpeko edo azaleko urak** sartzea, salbu eta kokalekua higadura-prozesuak (uholdeak barne) dituen eta amiantoa jatorrizko biltegiaren mugetatik kanpo arrastaka eraman duten edo eraman dezaketen eremu batean dagoenean.

Ikerketa xehatua egin beharko da miaketa-ikerketaren emaitzetatik ondorengoa ondorioztatzen denean:

- V_{A1} eta V_{A2} (ikus kontraste-estandarrei buruzko ohar teknikoa) erreferentzia-balioak baino amianto-kontzentrazio handiagoak daudenean lurzoruan.
- Zorupean amiantoa (MCA) duten materialak daudela ikusi denean.

Ikerketa xehatua

Gainerako kutsatzaileen kasuan bezala, ikerketa xehatuaren helburu nagusia lurzoruan amiantoaren mota, kontzentrazioa eta banaketa behar bezala mugatzea izango da, amiantoaren presentziak, kasu honetan, gizakien osasunerako dakartzan arriskuak kuantifikatzeko.

Ikerketa xehatuaren irismena miaketa-ikerketaren emaitzen eta ikerketa xehatuaren helburuaren beraren arabera finkatuko da.

Ez bada beharrezkoa amiantoaren eduki edo tipologiari buruzko informazio gehigarria lortzea (amianto hautsezinezko materialek eragindako kutsadura-kasuetan), kutsadura muga daiteke kalikata gehigarriak gauzatzean oinarrituta. Horretarako, amiantoa duten materialen (MCA) presentzia detektatu den puntu bakoitzaren inguruan, 4 laginketa-puntu berri egingo dira, lehenengoa inguratzeko. Behar bezala justifikatutako arrazoirik ezean, laginketa-puntu horiek gehienez 5 metroko distantziara kokatuko dira, aldatu nahi den puntutik. Kalikata horien ikuskapen bisuala oinarri hartuta (hau da, amiantoaren eragina ikusten den ala ez), kalikata gehigarriak egin behar diren erabakiko da. Prozesu hori errepikatzen da amiantoak eragindako kutsadura gutiz mugatu arte.

Aldiz, azpieremu bateko amianto-edukiari buruzko informazio gehigarria behar bada (kutsadura lurzoruan zuntzak egotearen ondorio bada, adibidez), abenduaren 26ko 209/2019 Dekretuan zehaztutako ikerketa xehatuaren eskakizun berberak beteko dira.

Kontzentrazio-balio oso desberdinak antzemanez gero, eragin-maila desberdineko azpieremuak identifikatu beharko dira.

Bestalde, arriskuen analisiaren esparruan (ikus gai honi dagokion ohar teknikoa), lurzoruen laginketaz gain beste ebidentzia-lerro batzuk ere kontuan hartu ahal izango dira, lurzoruaz bestelako karakterizazio batzuk egiteko beharra ekar dezaketenak, hala nola zuntz arnasgarriak sortzeko potentziala zehaztea edo aireko zuntzen laginketa zuzena.



AMIANTOAK ERAGINDAKO KUTSADURA USTEKABEAN DETEKTATZEA

Lurzoruak ikertzeko edo berreskuratzeko lanetan amiantoa edo amiantoa duten materialak ustekabean detektatzen badira, berehala eten beharko dira martxan dauden lanak, eta beharrezko neurriak hartuko dira hirugarren pertsonak esposizioan gera ez daitezen (adibidez, esposiziopeko azalerak behin-behinean estaltzea edo horiek agente umelgarriekin edo aglutinatzaileekin tratatzea, etab.), eta amiantoak eragindako kutsadura sakabanatuko da.

Detekzioa berehala jakinarazi beharko zaio ingurumen-organoari. Amiantoa detektatzen den lekuan lurzoruaren kalitatea ikertzen ari badira, ikerketa-estrategia egokitu beharko da egoera berri horri erantzuteko. Martxan dauden lanak saneamendu bati badagozkio, amiantoa ustekabean detektatuz gero, gauzatutako edo gauzatzen ari diren ekintzen berrikuspen orokorra egin ahal izango da, bai ikerketakoak, bai lehengoratzekoak.

INGURUMENAREN KONTROLA ETA JARRAIPENA

Amiantoarekin kutsatutako lurzoruak ikertzeko eta berreskuratzeko lanetan langileen segurtasuna eta osasuna bermatzeko hartu beharreko neurriez gain, beharrezkoa izango da kontuan hartzea, halaber, intereseko kokalekuen inguruan dauden beste pertsona batzuk ere egon daitezkeela.

Horretarako, ikerketa-estrategiaren diseinuaren zati gisa, haizearen aldeko norabidean airean zuntzen kontrolak ezartzeko beharra baloratu beharko da, bai eta esposiziopean egon daitezkeen hartzaileak dauden edo egon daitezkeen beste norabide batzuetan ere.

Esposizio horiek ez dira lanekoak, ustekabekoak dira eta ez daude baimenduta; beraz, saihestu egin behar dira. Airean dauden amianto-zuntzen kontzentrazioak neurtzea da lanekoak ez diren esposizioak detektatzeko eta kontrolatzeko biderik objektiboena, baina laneko esposizioaren neurketak ez bezala, horien helburua ez da arriskua ebaluatzea, arriskua ezabatzea baizik.

Ingurumen-kontroleko muga-balioak gainditzen direnean, beharrezkoa izango da gainditze horren jatorria identifikatzea, kausak ezabatzeko premiazko neurriak ezartzeko (adibidez, jarduerak geldiaraztea, esposiziopeko azalerak behin-behinean estaltzea edo agente hezetzaile edo aglutinatzaileekin tratatzea, etab.). Gainditzeak berekin ekarriko du berehala jakinaraztea ingurumen-organoari horren arrazoiak eta lanekin jarraitzeko hartutako edo hartu beharreko neurriak, kontzentrazioak ezarritako erreferentzia-balioaren azpitik mantenduz.

AMIANTOAREKIN KUTSATUTAKO LURZORUAK IKERTZEKO ETA BERRESKURATZEKO BALDINTZA ESPEZIFIKOAK

Gainerako kutsatzaileen kasuan bezala, amiantoarekin kutsatutako lurzoruak ikertzeko eta berreskuratzeko lanak egiten dituzten enpresa guztiek Euskal Autonomia Erkidegoko ingurumen-organoaren egiaztagiria izan beharko dute, betiere *lurzoruaren kalitatea ikertu eta berreskuratzeko erakundeak egiaztatzeko sistema ezartzen duen eta erakunde horiek lurzoruaren kalitateari buruz egin beharreko ikerketen edukia eta irismena zehazten dituen urriaren 10eko 199/2006 Dekretuan xedatutakoaren arabera.*

Horrez gain, amiantoarekin kutsatutako lurzoruak ikertzeko eta berreskuratzeko lanak egiten diren bitartean langile guztien laneko segurtasuna eta osasuna bermatze aldera, erakundeak bete eta betearazi egin beharko ditu azaroaren 8ko 31/1995 LEGEAN, lan-arriskuen prebentzioari buruzkoan, eta indarrean dagoen eta aplikagarria den beste edozein lege-xedapenetan jasotako xedapenak.

Bereziki, amiantoa dagoela egiaztatzen duten lekuetan (dela azterketa historikotik amiantoa edo amiantoa duten materialak egon daitezkeela erakusten duten ebidentziak lortzen direlako, amiantoa zuzenean behatu delako edo material susmagarrien karakterizazioan detektatu direlako), *martxoaren 31ko 396/2006 ERREGE DEKRETUAn, amiantoaren eraginpean egoteko arriskua duten lanei aplikatu beharreko gutxieneko segurtasun- eta osasun-xedapenak ezartzen dituenean, xedatutakoa bete beharko da.*

Hala, amiantoaren edo lurzoruan dauden materialen egoeraren eta egin beharreko ikerketa-/berreskuratze-jardueren motaren eta iraupenaren arabera, zehaztu beharko da, besteak beste, amiantoarekin kutsatutako lurzoruak ikertzeko eta berreskuratzeko lanak egiteko ardura duen enpresak amiantoagatiko arriskua duten enpresen erregistroan inskribatuta egon behar duen eta dagokion lan-plana egin behar den, martxoaren 31ko 396/2006 ERREGE DEKRETUAREN 3.2 artikuluan ezarritakoarekin bat etorriz. Lan-agintaritza eskudunari dagokio arlo horretako erabakiak hartzea.

Erantzuna baiezkoa bada, lurzoruaren kalitatea ikertu eta berreskuratzeko akreditazioa duten erakundeek RERAn izena emanda egon beharko dute, edo, bestela, erregistro horretan inskribatuta dauden enpresekin lankidetzan aritu beharko dute, eta haiek gainbegiratu beharko dituzte egin beharreko jarduketetarako.





03

Erreferentzia mailak

Amiantoaz kutsatutako lurzoruen ikerketaren emaitzak baloratzea.

LURZORUKO AMIANTOAREN ERREFERENTZIA-MAILAK

Lurzoruan amiantorako erreferentzia-mailak ezartzea oso konplexua da, zaila baita ingurune horretan segurutzat jo daitezkeen amianto-kontzentrazioak aireko zuntz arnasgarriko kontzentrazioetara eramatea.

Amiantoaren kontzentrazioa bi inguruneetan erlazionatuko lukeen kalkulua ezin da egin eskuarki erabiltzen diren partikulen emisio- eta sakabanatze-ereduen bidez, alde batetik, amiantoaren ezaugarri bereziengatik eta haren arriskugarritasuna baldintzatzen duten faktoreengatik (amianto-mota eta hauskortasuna), eta, bestetik, lurzoruko amianto-kontzentrazioaren eta haren zuntzek airean duten kontzentrazioaren arteko erlazioan eragiten duten aldagai kopuru handiagatik.

Izan ere, zoruaren eta airearen arteko kontzentrazioak ulertzeko zailtasunak daudenez eta segurutzat jo daitekeen maila bat ez dagoenez, herrialde batzuek ez dute kontraste-estandarrik garatu lurzoruko amiantoarentzat. Erreferentzia-mailak deribatzea erabaki duten herrialdeek edo eskualdeek proba enpirikoen bidez edo teknika analitikoen mugen arabera lortu dituzte.

Gainera, ez dago adostasunik erreferentzia-mailak finkatzerakoan kontuan hartu beharreko alderdiei dagokienez; hala, herrialde/eskualde batzuetan, beste substantzia kutsatzaile batzuen kasuan bezala, lurzoruaren erabileren mendeko balio absolutua ezartzen da, eta beste batzuetan, berriz, mugako kontzentrazioak amianto motaren araberakoak dira; beste zenbaitetan, aldiz, materialaren hauskortasuna da kalitate-estandarraren mende dagoen aldagaia.

Kalkulu-metodo tradizionalen bidez lurzoruan amiantoarentzako erreferentzia-balioak ezartzeko zailtasuna kontuan hartuta, Euskal Autonomia Erkidegoan beste herrialde edo eskualde batzuek (zehazki, Herbehereek eta Flandesek)[1] egindako azterketa esperimentalen emaitzetan oinarritutako erreferentzia-mailak proposatzea erabaki da, amiantoaren arriskugarritasuna, hau da, amianto-mota eta haren hauskortasuna funtsean baldintzatzen duten bi faktoreak aintzat hartuta.

Horrela, lurzoruko amianto-kontzentrazioak balioesteko, bi erreferentzia-maila erabiliko dira batera; lehenengoa, amianto motaren arabera haztatua, eta bigarrena, materialaren hauskortasunaren arabera:

- V_{A1}= 100 mg/kg (serpentinen kontzentrazioa + 10 x anfibolen kontzentrazioa)
- V_{A2}= 100 mg/kg (kontzentrazio hautsezina + 10 x kontzentrazio hauskorra)

Lurzoruaren kalitatearen ikerketan lortutako emaitza analitikoak erreferentziazko bi balioekin alderatuko dira. Lortutako gehieneko kontzentrazioak neurketaren ziurgabetasuna kontuan hartu gabe ebaluatuko dira, eta ezin izango zaizkie estatistikoak aplikatu laborategiko laginetan lortutako kontzentrazio-balioei. Nolanahi ere, eta edozein kutsatzaileri aplika dakiokeen moduan, ingurumen-organoak eskatu ahal izango du ziurgabetasuna onargarritzat jo ezin daitekeen analisiak errepikatzea.

Ikerketa xehatuan ezarritako edozein erreferentzia-maila gainditzen bada, amiantoak lurzoruak kutsatzeko arriskuak aztertzeko prozesuan aurrera egingo da, gai honi berariaz eskainitako ohar teknikoan deskribatzen den bezala.

Horrez gain, Europako Parlamentuaren eta Kontseiluaren 2008/98/EE Zuzentarauaren III. eranskina ordezten duen eta zuzentarau jakin batzuk indargabetzen dituen Batzordearen 2014ko abenduaren 18ko 1357/2014 (EB) Erregelamenduaren arabera, 1.000 mg/kg-tik gorako amianto-kontzentrazioek (haztatu gabeak) hondakin arriskutsu gisa sailkatzen dituzte lurzoruak, eta alderdi hori kontuan hartu beharko da ikerketen eta ondorengo jardueren esparruan.

1. RIVM Report No. 7117701034: Beoordeling van de risico's van bodemverontreiniging met asbest (Lurzorua amiantoarekin kutsatzeko arriskuen ebaluazioa). F.A. Swartjes, P.C. Tromp, J.M. Wezenbeek. National Institute for Public Health and the Environment-RIVM (The Netherlands, 2003).



AMIANTOAREN ERREFERENTZIA-MAILAK LURREKO ZUNTZ ARNASGARRIETANO

Lurzoruko amiantoaren erreferentzia-mailetako bat Herbehereetako deribatua izateaz gain, arriskuak aztertzeko prozedura herrialde horretako metodologian ere oinarritu da. Gai honi buruzko ohar teknikoan deskribatzen den bezala, analisiaren fase aurreratu batean kuantifikatuko den parametroetako bat izango da lurzoruko amianto-zuntz arnasgarrien kantitatea.[2]

RIVM Report No 711701034 txostenean ezarritakoaren arabera, lurzoruan arnas daitezkeen amianto-zuntzen proportzioa (3 µm-tik beherako diametroa eta 200 µm-tik beherako luzera duten zuntzak) parametro garrantzitsua da kokaleku baten giza osasunerako arrisku espezifikoak baloratzeko (erabilera edozein dela ere). Zuntz horiek zuzenean arnastezinak dira, eta baldintza “estandarretan” aska daitezke (egoera horretan, indusketa, isurketa eta lurzoruko materiala bahetzea bezalako jarduerak ez dira sistematikoki egiten, eta lurzoruaren goiko geruza heze egoten da urtearen zatirik handienean).

Lurzoruko zuntz arnasgarrietarako erreferentzia-mailaren deribazioa Herbehereetan urteko batez besteko amianto-kontzentraziorako ezarritako muga-balio onargarritik abiatzen da:

- Arrisku-maila txikia (VR, holanderazko siglen arabera): 1.000 zuntz baliokide, airearen m3 bakoitzeko.

Eta honako baliokidetasun-faktore hauek hartzen dira kontuan:

- Krisotilo-zuntz 1, luzeran > 5 µm: 1 faktore baliokidea.
- Krisotilo-zuntz 1, luzeran < 5 µm: 0,1 faktore baliokidea.
- Amianto anfibolezko zuntz 1, luzeran > 5 µm: 10 faktore baliokidea.
- Amianto anfibolezko zuntz 1, < 5 µm luzera duena: 1 faktore baliokidea.

Lurzoruko amiantoaren edukia eta airean arnas daitezkeen zuntzen kontzentrazioak lotzeko hainbat ikerketa enpiriko egin ondoren, 4,3x1010 zuntz baliokide/kg m-ko atalase-balioa proposatu da. Masa-kontzentrazio batera bihurtuta, kontzentrazio hori, magnitude-ordenan, lurzoruko kg bakoitzeko 10 mg zuntz arnasgarriko atalase-balioari dagokio (pisu lehorra), krisotilo amiantoaren kontzentrazioaren baturarako, eta 10 x anfibol amiantoaren kontzentrazioari (beste amianto-mota batzuk), lurzoruan zuntz arnasgarrietan amiantoaren erreferentzia-maila dagoela kontuan hartuta.

2. Arnas daitezkeen amianto-zuntztzat hartzen dira matrize batean lotuta ez dauden eta 3 Mtik beherako diametroa eta 200 Mtik beherako luzera duten zuntzak. Lurzorua amiantoak kutsatzen badu, kontaktu-eremurako sakonera estandarra 2 cm-koa izango da.

AIREKO AMIANTO-ZUNTZEN ERREFERENTZIA-MAILA. INGURUMEN-KONTROLA

Ingurumen-kontrolaren esparruan aireko amianto-zuntzen erreferentzia-maila ezartze aldera, kontuan izan behar da lanekoak ez diren esposizioak ustekabeko esposizioak direla, eta ez daudela baimenduta eta nahitaez saihestu behar direla. Airean dauden amianto-zuntzen kontzentrazioak neurtzea da lanekoak ez diren esposizioak detektatzeko eta kontrolatzeko biderik objektiboena, baina laneko esposizioaren neurketak ez bezala, horien helburua ez da arriskua ebaluatzea, arriskua ezabatzea baizik.

Martxoaren 31ko 396/2006 ERREGE DEKRETUAREN arabera, laginak hartzea eta analisia (zuntzak zenbatzea) Laneko Segurtasun eta Higienerako Institutu Nazionalaren MTA/MA-051 metodoan deskribatutako prozeduraren bidez egingo da («Amianto-zuntzak eta aireko beste zuntz batzuk zehaztea. Mintz iragazkiaren metodoa/faseak kontrastatzeko mikroskopia optikoa»), Osasunaren Mundu Erakundeak 1997an gomendatutako metodoaren arabera, edo emaitza baliokideak ematen dituen beste edozein metodoren arabera.

Kontuan izan behar da, martxoaren 31ko 396/2006 ERREGE DEKRETUAREN eta MTA/MA-051 metodoaren ondorioetarako, aireko amianto-zuntz gisa kontabilizatu beharreko partikulak 50 m-tik gorako luzera, 30 mtik beherako diametroa eta 3/1etik gorako luzera/diametroa erlazioa dutenak direla.

Kontuan izan behar da, gainera, MTA/MA-051 metodoaren arabera faseak kontrastatzeko mikroskopia optikoak ez duela zuntz motak bereizten uzten; beraz, identifikazio hori behar izanez gero, beste prozedura eta teknika analitiko batzuk erabili beharko dira, hala nola argi polarizatuaren mikroskopia eta dispertsioa edo mikroskopia elektronikoko teknikak.

Frantziako araudian[3] ezarritakoaren arabera, eraikitako eraikinetan amiantoarekiko esposizioari lotutako osasun-arriskuetatik biztanleak babesteari dagokionez, eraikinen jabeek amiantoaren presentziari buruzko diagnostiko bat egin behar dute (adierazten da 0,005f/ml-tik beherako kontzentrazio-mailek ez dutela kutsadura handirik islatzen, 0,025f/ml-tik gorakoek berehalako lana eskatzen dutela eta tartekoek aldizkako kontrola behar dutela). Era berean, araudi horrek arauzko neurriak hartu ditu eraikinetan dauden erakusketa “pasiboak” izenekoetarako. Horrela, “publiko guztientzako” esposizioaren muga-balioa 0,005f/ml-koa da 1996tik.

Adierazitakoa kontuan hartuta, ingurumen-kontrolaren esparruan, aireko amianto-zuntzen muga 0,005f/ml-ko balioa izango da.

Ingurumen-kontroleko muga-balioak gainditzen direnean, beharrezkoa izango da gainditze horren jatorria identifikatzea, kausak ezabatzeko premiazko neurriak ezartzeko (adibidez, jarduerak geldiaraztea, esposiziopean dauden azalerak behin-behinean estaltzea edo agente hezetzaile edo aglutinatzaileekin tratatzea, etab.). Gainditzeak berekin ekarriko du berehala jakinaraztea ingurumen-organoari horren arrazoiak eta lanekin jarraitzeko hartutako edo hartu beharreko neurriak, kontzentrazioak ezarritako erreferentzia-balioaren azpitik mantenduz.



3. ASSEMBLÉE NATIONALE. CONSTITUTION DU 4 OCTOBRE 1958 DOUZIÈME LÉGISLATURE. Enregistré à la Présidence de l’Assemblée nationale le 22 février 2006. RAPPORT. FAIT. AU NOM DE LA MISSION D’INFORMATION (1) SUR LES RISQUES ET LES CONSÉQUENCES DE L’EXPOSITION À L’AMIANTE.


04

Arriskuen azterketa

SARRERA

Amiantoak gizakien osasunerako duen arrisku nagusia zuntzak albeoloetara iristen direnean sortzen diren biriketako hainbat gaixotasunei lotuta ageri da. Ondorioz, **amiantoaren eraginpean egoteko bide nagusia zuntzak arnastea da.**

Bere ekintza ez da, oro har, ehun biologikoekin duen erreaktibotasun kimikoagatik, baizik eta biriketako ehunaren gaineko ekintza fisiko bat da, biriketako minbizia (tabakoarekin izan dezakeen eragin sinergikoa), mesotelioma eta asbestosia eragin ditzakeena. Azterlan batzuek eragin kimikoak iradokitzen dituzte, ehunetan erradikal askeak eragingo lituzketen burdinazko atomoen bidez (mekanismo hori ezin da krisotiloarekin lotu, ez baitu burdinarik).

Gainerako esposizio-bideei dagokienez, adierazi behar da ukipen dermikoa ez dela arrisku garrantzitsutzat hartzen, eta babes neurri bakarrak izango dira, zuntzak larruazalari itsatsita gera ez daitezen eta horrela garraiatu ez daitezen. Bestalde, gaur egun ez dago nazioarteko adostasunik irenstea kutsatzaile horrentzat kontuan hartu beharreko arrisku-esposizioko bide bat denik.

Amianto-zuntzekiko esposizioaren ondorioak eta magnitudea, besteak beste, honako faktore hauek zehazten dituzte:

- Amianto mota
- Zuntzaren neurriak
- Amianto-zuntzen iraunkortasuna eta zatigarritasuna
- Esposizioaren iraupena
- Ezaugarri pertsonalak

Amiantoarekiko esposizioaren berezitasun bat latentzia-aldiari dagokiona da, hau da, lehen esposizioaren eta efektuen agerpenaren arteko denbora, kasu honetan hainbat hamarkadatakoa izan daitekeena.

Hain zuzen ere, amiantoaren berezitasunek eragiten dute beste kutsatzaile batzuentzat arriskuen analisi kuantitatiborako erabilitako metodologia konbentzionala aplikagarria ez izatea **amianto-zuntzak arnasteak gizakion osasunerako dituen arriskuen zenbatespenean**; izan ere, dosi-erantzun mekanismoak ondo ezagutzen diren arren, zaila da zehaztea lurzoruko amianto-kontzentrazioen eta airean arnas daitezkeen zuntzen kontzentrazioen arteko erlazioa, aldagai askoren mende baitago.

AMIANTOAREKIN KUTSATUTAKO LURZORUEN ESPOSIZIOAGATIKO ARRISKUAN ZEREGINA BETETZEN DUTEN ALDAGAIAK	
Kutsaduraren ezaugarriak	Amiantoaren kontzentrazioa lurrean Amianto mota (anfibolak edo serpentinak) Zuntzaren tamaina Hauskortasuna (hauskorra edo hautsezina) Amiantoa duten materialen kontserbazio- edo degradazio-egoera Zein sakoneratan dagoen Hartzen duen bolumen-azalera
Lurzoruaren ezaugarriak	Lurzoru-mota eta haren kohesibotasuna Lurzoruaren hezetasuna eta azidotasuna Zoladurarik edo bestelako estaldurarik dagoen Landarediaren existentzia eta mota Lurzoruaren azaleraren mikroerliebea
Meteorologia faktoreak	Hezetasuna Prezipitazioa Tenperatura Haizea (abiadura eta norabidea)
Lurzoruaren erabilerak	Hartzaile motak Jarduera motak Jardueren iraupena eta maiztasuna Ezarritako prebentzio neurriak

Mendekotasun hori dela eta, lurzoruan amiantoa egotearen ondoriozko arriskuaren ebaluazioa, oro har, ziurgabetasun handi baten eraginpean dago, nahiz eta aireko zuntzen edukiaren zuzeneko neurketak izan; neurketek laginketaren une zehatzean dagoen egoera baino ez dute adieraziko.

Horren guztiaren ondorioz, giza osasunerako arriskuen zenbatespena ***ad hoc*** **arriskuen analisi** baten bidez egingo da. Analisi horrek kontuan hartuko ditu bai hautemandako kutsaduraren hedadura eta arriskugarritasuna, bai lurzoruko amianto-kontzentrazioaren eta airean arnas daitezkeen zuntzen kontzentrazioaren arteko erlazioan eragin handiena duten faktoreak.

Horrez gain, egungo egoera eta erabilerak ez ezik, egoera horiek etorkizunean aldatzeko aukerak ere kontuan hartu beharko ditu azterketak (materialen degradazioa areagotzea, zoladura kentzea, materialak induskatzea, baldintza meteorologikoen eragina, etab.).

AMIANTOAK OSASUNEAN DITUEN ONDORIOAK

Gizakiak lurrean dagoen amiantoaren eraginpean egon daitezke, airearen bidez. OMEk (Osasunaren Mundu Erakundea), DHHSk (Estatu Batuetako Osasun eta Giza Zerbitzuen Saila) eta US-EPAk (Estatu Batuetako Ingurumena Babesteko Agentzia) **giza kartzinogeno** gisa sailkatu dute asbestoa (ATSDR, 2003).

Hauek dira amianto-zuntzen inhalazioagatiko esposizioak osasunean dituen ondorio nagusiak:

- Mesotelioma (biriketako eta peritoneoko minbizia).
- Asbestosia (hauts-birikak).
- Bronkioetako kartzinoma izateko arrisku handiagoa (biriketako minbizia).

Amianto anfibolikoarekiko esposizioa (amosita eta krozdolita barne) mesoteliomaren garapenarekin lotuta dago batez ere, eta krisotilo amiantoarekiko esposizioak biriketako minbizia izateko arriskua handitzen du (Slooffen Blokzijl, 1987).

EREDU KONTZEPTUALA

Amiantoarekin kutsatutako kokalekuetako arriskuen ebaluazioak, lehen adierazi bezala arriskuen analisi kuantitatiborako ohiko metodologiara egokitzen ez bada ere, eredu kontzeptual bat egitea dakar.

Eredua kokapenaren errealitatera egokituko da ikerketa-prozesuan zehar datu zehatzagoak lortu ahala, eta honako premisa orokor hauek hartuko ditu kontuan:

- **Arriskuaren iturriaren deskribapena** funtsezkoa da amianto-mineralen dibertsitatearen aurrean, aurkezteko moduaren eta jatorriaren aurrean (eraispen ez-selektiboak, eraikuntza- eta eraispen-hondakinen betelanak, amiantodun materialen fabrikazioaren hondakinak, etab.). Kontzentrazioak eta amianto-motak, zuntzaren tamainak, hauskortasunak, degradazio-egoerak, hedadurak edo sakonerak presente egon behar dute beti eredu kontzeptualean.
- Kontuan hartuko diren **hartzaile** bakarrak pertsonak izango dira. Ez dago landare eta ornogabeentzako arrisku-ebidentziarik. Amiantoa egotea ere ez da arriskutsua urarentzat, ezta eraikinen egiturarentzat ere. Beraz, kontuan hartuko den hartzaile bakarra gizakia izango da: langileak, egoiliarrak, publikoa oro har, eta langileak lurzoruaren ikerketan eta bitartekotzan. Azken horientzako arriskuen ebaluazioa laneko arriskuen prebentzioaren esparruan egingo da.
- Oro har kontuan hartu beharreko **esposizio-bide** bakarra lurretik datozen zuntzak arnastea izango da, kanpoaldean edo barrualdean. Ukipen dermikoa zuntzen atxikipena eta garraioa saihesteko babes-neurriak hartzeko baino ez da aintzat hartzen. Irenstearen ondoriozko arriskuak hutsaltzat hartzen dira. Estatu Batuek bakarrik ezarri dute edateko uraren amiantorako gehienezko kutsatzaile-maila (MCL), 7 M f/L-koa.

Sakabanatze-ibilbideei eta garraio-mekanismoei dagokienez, kontuan izan beharko da amianto-zuntzak ez direla lurruntzen eta ez direla uretan disolbatzen. Hala ere, diametro txikiko zuntzak eta zuntzak dituzten partikula txikiak airean suspentsioan egon daitezke luzaroan, eta, horrela, haizeak urrutira eraman ditzake lurreratu arte. Batzuetan, ur-korronteek eragin dezakete zuntz horien dispertsio-fenomenoa. Zuntz eta partikula handiagoak azkarrago metatzen dira.

Lurzorua asalduraren baten ondorioz aldatzen bada, hala nola, higadura eta dispertsio atmosferikoa, jariatzea edo izaera naturaleko (ekaitzak, suteak, etab.) edo antropikoko (pertsonen edo ibilgailuen zirkulazioa, lur-mugimenduak, laboreak, etab.) materialaren edo lurzoruaren beste aldaketa batzuk, amianto-zuntzek migratu egin dezakete, batez ere gainazalean, eta oso gutxitan metatuko dira sakoneran.



- Oso gutxitan hartu behar da kontuan **amianto-zuntzen migrazioa lurpeko edo azaleko uretan edo azaleko isurketan zehar.** Zuntzak gizakien presentzia duten eremuetan (adibidez, aldi lehorretan) metatu eta esposizioan jar daitezkeen kasuetan bakarrik.
- Amiantoa material geldoa da, oso iraunkorra, eta ez du **degradazio-prozesurik** eragiten, narriadura edo higadura izan ezik. Horren ondorioz, zuntzak askatzen dira, eta horrek, materialaren hoztasun-ezaugarrien arabera, haren arriskugarritasuna areagotuko du. Prozesu fisikoen ondorioz, asbestoen zuntzak zati laburragoetan hauts daitezke, edo banakako zuntz gehiagotan banandu. Gainera, aipatzekoa da asbestoen forma ohikoenak, krisotiloak, minerala apur bat gal dezakeela ingurune azidikoetan. Horrela, lurzoru bat zenbat eta azidoagoa izan, orduan eta aukera gehiago amiantoarekin lotzen diren konposatuak degradatzeko eta denboran zehar zuntzen askapena areagotzeko.

GIZA OSASUNERAKO ARRISKUAK ZEHAZTEA

Arriskuen analisi konbentzional batek ekarriko lukeen ziurgabetasunaren aurrean, amiantoaren presentzia detektatu den lekuetan giza osasunerako arriskuak ebaluatzeko metodologia lurzoruko eta aireko amianto-kontzentrazioen neurketan eta esposizio-arriskua ezabatzen duten neurrien existentzian oinarrituko da.

Abiapuntu gisa, kokaleku batean amianto-kontzentrazioek kalitate-estandarrak gainditu ondoren, gizakien osasunerako arriskua onartezina izango dela onartuko da, kontrakoa frogatu ezean (hurbilketa: “arriskua, non eta ez den...”).



Kontzeptu horretatik abiatuta, amiantoaren presentziak eragindako lekuetan arriskuak aztertzeko prozedura honako etapa hauen arabera garatuko da:

1. **Arriskuen analisi sinplifikatua.** Fase honetan, prozesuko errazena baita, lurzoruko amianto-kontzentrazioak erreferentzia-mailekin alderatzen dira. Estandarrak gainditze hutsak arriskua onartezina dela onartzea ekarriko du. Egoera horretan, aukera dago hurrengo etapara aurrera egiteko edo arriskua onargarritasun-mailara murrizteko neurriak hartzeko.
2. **Arriskuen analisi orokorra.** Etapa honetan arriskua ebaluatuko da esploratzeko ikerketaren eta ikerketa xehatuaren emaitzetatik abiatuta eta esposizio-bideak eta hartzaile potentzialak kontuan hartuta. Aurreko etapan bezala, fase horren emaitza onartezina bada, hurrengo etapara aurreratu ahal izango da edo arriskua minimizatzeko neurriak aplikatu ahal izango dira.
3. **Arriskuen azterketa zehatza.** Arriskuen analisiaren azken fase honetan arriskua gauzatzeko probabilitateen kalkulua doitzeko aukera ematen duten beste parametro batzuk sartzen dira ebaluazioan; kasu honetan, lurzoruan arnastu daitezkeen amianto-zuntzak, kokalekuaren erabilera eta haren beste ezaugarri berezi batzuk gorabehera.

1. etapa. Arriskuen analisi sinplifikatua

Arriskuen analisiaren lehen fase sinplifikatu honetan, lurzoruan dauden amianto-kontzentrazioak ingurune horretarako ezarritako kalitate-estandarrekin alderatuko dira. Lehenengo fasea amianto-motaren arabera haztatuko da, eta bigarrena, materialaren hauskortasunaren arabera:

- V_{A1}=100 mg/kg (serpentinen kontzentrazioa + 10 x anfibolen kontzentrazioa)
- V_{A2} = 100 mg/kg (amianto hautsezinaren kontzentrazioa + 10 x amianto hauskorraren kontzentrazioa)

Estandarretako bat gainditzeak arriskua onartezina dela onartzea ekarriko du. Egoera horretan, hurrengo etapara aurreratzea edo arriskua kudeatzeko neurriak hartzea aukeratu ahal izango da. Saneamendu-neurriak aplikatzen badira, xede-balioak bat etorriko dira V_{A1} eta V_{A2} balioak gainditzea ez dakarten kontzentrazio-konbinazioekin.

Salbuespen dira landareak landatzeko lekuak. Lurzoruaren erabileraren sentikortasuna eta etengabeko manipulazioa direla eta, lurzoruan amiantoa edo amiantoa duten materialak kontraste-estandarretako edozein baino kontzentrazio handiagoetan egoteak saneamendu-neurriak hartzea ekarriko du, erabilerari eutsi nahi izanez gero, erreferentziazko balioak baino amianto-kontzentrazio txikiagoak lortzeko.

Bestalde, 1000 mg/kg-tik gorako amianto-kontzentrazioek (guztizkoa, haztatu gabea) lurzorua hondakin arriskutsu gisa sailkatzea ekarriko dute. Oro har, ingurumen-organoak material horiek kentzeko eta behar bezala kudeatzeko eskatu ahal izango du. Kasu horietan, arriskuen analisiak hurrengo etapetarantz egin dezake aurrera, amiantoaren soberakin-kontzentrazioen arabera.

2. etapa. Arriskuen analisi orokorra

Erreferentziako balioak gaindituz gero, arriskua onargarritzat joko da kokapenean honako egoera hauetakoren bat gertatzen denean (horietan amiantoaren eraginpean egotea oso gertagaitza da):

1. Amiantoak eragindako kutsadura, kasu guztietan, lurzoruaren mailaren azpitik 0,5 metrotik gorako sakoneran dago, eta ez da lur-mugimendurik aurreikusten. Egoera horretan, ezinezkoa da asbesto-zuntzak airera isurtzea, baldin eta kokalekuan egiten diren jarduerak intentsitate handikoak badira eta egoera hori aldatzen ez badute.
2. Kutsadura asfalto, hormigoi, baldosa, zementu edo antzeko zoladura gogorreko geruza iraunkor baten azpian dago, gutxienez 10 cm-ko lodierakoa.
3. Kutsadura eraikinen azpian dago.
4. Kokalekua osorik eta etengabe landarez estalita dago, ez dio inolako erabilera edo jarduerari eusten eta ez da irisgarria. Nolanahi ere, kasu hori kasuz kasu baloratuko da.

Azterketaren xede den kokalekua egoera horietako batean dagoela frogatu ahal bada, arriskua onargarritzat joko da, betiere egoera aldatzen ez bada.

Aurreko kasuetako edozeinetan, amiantoa azalera atera daiteke, eta, ondorioz, amianto-zuntzak aska daitezke, baldin eta dagoen estaldura kentzen bada edo indusketa-lanak egiten badira. Horregatik, lur-estaldurak edo -mugimenduak kentzea aurreikusten bada, aldez aurretik ingurumen-organoari jakinarazi beharko zaio, eta, aldi berean, kokalekuan egoera berrirako dauden arriskuak berriz ebaluatuko dira.

Kutsadura zoladura gogorreko estalki iraunkorrik gabe badago, muturreko fenomeno meteorologikoek amiantoaren azaleko esposizioa eragin dezaketen aukerak hartuko dira kontuan.

3. etapa. Arriskuen azterketa zehatza

Aurreko atalean deskribatutako baldintzak betetzen ez badira ere, arriskurik ez dagoela frogatu ahal izango da, lurzoruko kontaktu-eremuan arnas daitezkeen$_4$ amianto-zuntzen kontzentrazioa zehaztuz. Parametro honek kokalekuak gizakientzat dituen arrisku espezifikoen ebaluazioa egiten du, amianto-zuntzen erabilgarritasunean oinarrituta, hau da, lurzorutik airera egiten diren zuntzen emisioetan, erabilera eta ingurumen-faktoreak edozein direla ere.

Alde batetik, arnastu daitezkeen amianto-zuntztzat hartzen dira arnasteko erabilgarri daudenak eta biriketan sar daitezkeenak; 3 µm-tik beherako diametroa eta 200 µm1-tik beherako luzera duten zuntzak, matrize bati lotuta ez daudenak. Eta, bestalde, ukipen-eremua, oro har, lurzoruaren

lehen bi zentimetroei dagokie, nahiz eta kasu batzuetan indusketak egiten diren, esaterako, eta horietan sakonera indusketaren sakoneraren arabera zehaztuko da.

Lurzoruan arnas daitezkeen amianto-zuntzen kontzentrazioa, ahal dela, NEN 5707 arauaren arabera edo emaitzak baliokidetzat jotzen diren beste edozein metodoren arabera.[5] Uretan jalkita neurtuko dira 3 µm-tik beherako diametroa eta 200 µm-tik beherako luzera duten zuntzak, matrize batean 2 cm-ko sakonera estandarrari lotuta ez daudenak.

Etapa honetan, ebaluatutako kokalekuan gizakien osasunerako ez dela inhalazio-arriskurik egongo ulertuko da, arnastu daitezkeen amianto-zuntzen kontzentrazioa onargarria den arrisku handieneko kontzentrazioa baino txikiagoa bada, hau da, 10 mg/kg (pisu lehorra) amianto krisolitoaren kontzentrazioaren baturarako (baita amianto serpentina edo amianto zuria ere) eta 10 aldiz amianto anfibolaren kontzentrazioa (beste amianto-mota batzuk).

AZKEN GOGOETAK

Arriskuak aztertzeko prozesuaren emaitza gisa, kokalekuko arriskuen izaerari eta tamainari buruzko ondorioak egingo dira, bai eta arriskuak kudeatzeari buruzko erabakiak hartzea ahalbidetuko duten lotutako ziurgabetasunei buruzko ondorioak ere.

Arriskuen analisia egiteko kontuan hartu beharko da, kontzentrazio txikietan bada ere, lurzoruko amiantoa nolabaiteko arriskua izan daitekeela baldintza jakin batzuk betetzen badira. Ondorioz, arretaz garatu behar da, eta behar bezala azalduta eta eutsita egon behar du, arriskua zein baldintzatan onar daitekeen adierazita.

Ingurumen-kontroleko muga-balioak gainditzen direla detektatuz gero, eta arriskua ebaluatzeko prozesua amaitu aurretik, beharrezkoa izan daiteke kautelazko neurriak ezartzea balizko arrisku onartezin bat kudeatzeko (adibidez, sarbidea mugatzea, esposiziopeko azalerak behin-behinean estaltzea edo horiek agente umelgarriekin edo aglutinatzaileekin tratatzea, etab.).

4 “Zuntz arnasgarrien” (RIVM) eta “amianto-zuntz askeen” (NEN 5707) definizioen artean aldea dago amianto-zuntzen luzeran (200 µm eta 100 µm). Zentzu hertsian, 100 µm eta 200 µm arteko luzera duten zuntzak ere zuntz arnasgarri gisa sailkatu behar dira. Hala ere, zuntz handi horiek lurrean duten proportzioa oso txikia denez, zuntz arnasgarrien kontzentrazioak ez du eragin nabarmenik izango, kasu gehienetan, 100 µm edo 200 µm-rainoko zuntzak neurtzen badira.
5 Ikus 5. ohar teknikoa.





05

Teknikak eta azterketa metodoak

SARRERA

Hainbat metodologia analitiko daude hainbat matrizetan amiantoa identifikatzeko, karakterizatzeko eta kuantifikatzeko (lurzorua, airea, ura, hautsa, materialak, etab.). Teknika horiei esker amianto-zuntzak identifika daitezke haien itxuran (forma eta tamaina), propietate optikoetan, barietateen ezaugarri bereizgarrietan (distira, gardentasuna, kolorea, etab.) edo errefrakzio-indizean oinarrituta. Propietate horiek zehazteko, mikroskopia optikoko edo elektronikoko teknikak dituzten materialak zuzenean behatu behar dira.

Jarraian, eta ikuspegi orokorra emateko helburu bakarrarekin, amianto-zuntzak ingurune desberdinetan identifikatzeko, ezaugarritzeko eta kuantifikatzeko moduari buruzko xehetasunetan sartu gabe, labur-labur deskribatzen dira, lehenik eta behin, teknika instrumentalak, eta, ondoren, teknika horiek txertatzen dituzten metodologia analitikoetara pasatzen da.

Técnicas de microscopía óptica

Amianto-zuntzak karakterizatzeko, bi mikroskopia optikoko teknika erabili ohi dira: fase-kontrasteko **mikroskopia optikoa (PCM ingelesezko siglen arabera) eta argi polarizatuzko mikroskopia (PLM).**

Faseko kontraste-mikroskopia optikoak (PCM) 5 µm luze eta 0,25 µm diametro baino gehiagoko zuntzak kontabilizatzea ahalbidetzen du, baina ez ditu bereizten amianto-zuntzak eta bestelako zuntz asbestiformeak (beira-zuntza, harkaitz-artilea, zuntz zeramikoak, etab.); beraz, laginean dauden zuntz moten irakurketa globala baino ez du ematen.

PCM teknika aire-laginetan zuntzen edukia zehazteko erabiltzen da normalean. Teknika honen bidez, iragazkietan dauden zuntzak kontatzen dira, lagindutako aire-bolumenerako denboran zehar batez besteko zuntz-kontzentrazioa lortzeko. Zuntzen zenbaketa aplikatutako metodo analitikoaren zenbaketa-arauei jarraituz egiten da. Emaitzak zuntzetan/cm3-tan adierazten dira.

Teknikaren mugak direla eta, zuntz kopuru handia adierazten duen PCM bidezko analisi batek ez du esan nahi nahitaez amiantoa dagoenik. Era berean, PCM bidezko zuntzen zenbaketa baxu batek ez du bermatzen mineral horren ingurune librerik. PCM bidezko analisiak airean dauden zuntzen guztizkoaren indize bat baino ez du ematen, aukeratutako metodo analitikoan ezarri ohi den tamaina-tarte jakin batean.

Muga horiek gorabehera, teknika hori beste teknika batzuekin batera erabil daiteke (mikroskopia elektronikokoekin, adibidez), bertan dauden zuntzen izaera zehazteko eta 0,25 µm-ko diametrotik beherako zuntzak identifikatzeko.

PCM teknika aplika daiteke airean edo beste zuntz batzuk egotea espero ez den inguruneetan amianto-zuntzak egotea eragiten duten jarduerak egiten dituzten langileen esposizio okupazionala aztertzeko. Hala ere, beste zuntz mota batzuen kantitatea garrantzitsua izan daitekeen egoeretan, aireko amianto-zuntzen kontzentrazioa gainestimatuko litzateke.

Teknika honen abantailen artean, merezi du erantzuteko denbora eta kostu txikiak nabarmentzea.

Bestalde, **argi polarizatuzko mikroskopia (PLM)** batez ere amiantoa zehazteko erabiltzen da lagin solidoetan, hala nola eraikuntzako materialetan, lurzoruan edo harrietan.

Silikatoak dituzten mineralek, amiantoak adibidez, mikroskopioaren argi-izpiekin elkarreragiten duen kristal-sarea dute. Interakzio horiek propietate optikoak zehazten dituzte eta zuntz mineralak identifikatzeko aukera ematen dute. Horrela, PLM bidez, amianto-zuntzak beste zuntz mota batzuetatik bereiz daitezke. Amianto-mineralen errefrakzio-indize bereizgarriei esker, amianto-mota desberdinak bereiz daitezke zuntzak behar bezala definitutako indizeak dituzten likidoetan murgiltzean.

Hala ere, PLM teknikak ez du ahalbidetzen material batean amiantoaren presentzia antzematea aztertutako laginean jasotako zuntzen diametroa 0,2 µm-tik beherakoa denean. Gainera, analisia zaildu egiten da laginak amiantoaz gain beste osagai batzuk dituenean, eta are zailagoa da amiantoa gutxien azaltzen den osagaia denean.

PLM teknika teknika ekonomikoa da lagin asko bahetzeko. Hala ere, PCM bezala, mugak ditu erabilitako gehikuntzagatik eta matrizean izan ditzakeen interferentziengatik (adibidez: mundrunaren eta petrolioaren osagai aglutinatzaileak, amianto-mineralaren gainazalari atxikitako partikula submikronikoak, etab.).

PLM teknika aplikatuta, analisi-prozesuaren ondoren, ondorio hauetakoren bat atera daiteke:

a) Amianto-barietateren bat identifikatu du. Txosten erabakigarri ez-kuantitatiboa.

b) Ez da amianto-zuntzik detektatzen:

- Amiantoaz bestelako zuntzak identifikatzea (eta/edo)
- Amianto-zuntzekin bateragarriak ez diren ezaugarriak (edo)
- Ez dagoela zuntzik baieztatzen da

c) Emaitza eztabaidaezinik gabe: Beharrezkoa da informazio gehigarria lortzea beste teknika batzuen bidez.

PLMan oinarritutako metodoek zuntzen informazioa ematen dute, eremuaren ehunekoaren edo pisuaren ehunekoaren arabera. Ehunekoa estimazio bisual baten bidez kalkula daiteke, areako hainbat ehuneko erakusten dituzten grafikoekin, grabimetrikoki prestatutako estandarrekin edo puntuak zenbatzeko prozedura baten bidez.

Puntuak zenbatzea amianto-kontzentrazio txikia duten laginetan erabiltzen den aukerako teknika da. Puntuazioak lagin bateko asbesto-eremuaren ehunekoaren zenbatespen zehatzagoa ematen du, PLMarekin alderatuta. Jakinarazpen-atalaseak zenbatutako puntu kopuruan oinarritzen dira: 200 puntuko zenbaketak % 0,5eko detekzio-muga ematen du; 400 puntuk % 0,25 ematen dute; eta 1000 puntuk, % 0,1.

Zuntzen zenbaketa nahasketa bateko materialen kantitate erlatiboak zehazteko bitarteko sistematikoa den arren, ez da masa zehazteko bitarteko fidagarria, puntu batek zuntz fin bakarra edo mineral-metaketa bat adieraz baitezake. Teknika horietatik datozen emaitzak erditoxikoak izan ohi dira.

Erredukzio grabimetrikoko protokoloek hobetu egiten dute teknika horrek amiantoa zehaztasunez kuantifikatzeko eta kalifikatzeko duen gaitasuna.

Grabimetria amiantoa organikoki lotutako material ez-hauskorretan analizatzeko erabiltzen da, adibidez, baldosetan, asfaltozko teiletan, masillan eta abarretan. Laginak tratamendu baten bidez prestatzen dira. Tratamendu horrek kaltzinazioa (osagai lurrunkorrak edo organikoak kentzeko) eta digestio azidoa (karbonatoak kentzeko) konbinatzen ditu, eta amiantoaren guztizko ehunekoa zehazten duen hondakin bat sortzen du. Parametro hori tratamenduaren aurretik eta ondoren lortutako pisuetatik abiatuta kalkulatzen da. Murrizketa grabimetrikoa PLMrekin edo mikroskopia elektronikoko teknikekin batera erabil daiteke. Emaitzak amiantoaren pisu-portzentaje gisa adierazten dira.

Laburbilduz, PLM teknikaren abantailen artean kostu txikia eta mikroskopia elektronikoa baino aplikazio erraz eta azkarragoa daude, amianto-zuntzak eta beste material batzuen zuntzak bereizteko aukera emanez. Desabantailen artean aipa daitezke mikroskopio optikoaren bereizmenak zuntz finak detektatzeko eta identifikatzeko ezartzen dituen mugak, ikusmen-estimazio bidezko kuantifikazio-metodoa neurri handi batean operadorearen eta laginaren heterogeneotasunaren araberakoa izatea, azido klorhidrikoarekin lagina tratatzeak krisotiloaren errefrakzio-indizea murriztea ekar dezakeela eta anfibol-barietate batzuk bereiztea zaila izan daitekeela.

Mikroskopia elektronikoko teknikak

Mikroskopio elektroniko batek elektroiak erabiltzen ditu fotoien edo argi ikusgaiaren ordez, objektu ñimiñoen irudiak osatzeko. Mikroskopio elektronikoek mikroskopio optikoek baino anplifikazio handiagoak lortzea ahalbidetzen dute.

- **Transmisioko mikroskopia elektronikoan** (TEM ingelesezko sigletan) elektroi sorta bat zuzentzen da irudia handitu nahi zaion objektura. Elektroien zati batek errebotea egiten du laginaren kontra, irudi handitu bat osatuz.
- **Ekortze-mikroskopio elektronikoan** (SEM ingelesezko sigletan), lagina metal mehezko geruza batez estaltzen da eta kanoi batetik bidalitako elektroiekin ekortzen da. Detektagailu batek lagin-eremuaren intentsitateak zenbat elektroi bidali dituen neurtzen du, eta hiru dimentsiotako irudiak erakusteko gai da, telebistako irudi batean proiektatuta. Iragazkiaren gainazalaren ezaugarrien irudi bat sortzen da, non zuntzak behatu eta zenbatu daitezkeen.

Bi teknika horiek aireko zuntzak edo material solidoak aztertzeko erabil daitezke. SEM hautsa analizatzeko ere erabiltzen da maiz. Bi teknika horiei esker, amianto motaz gain, PCM baino askoz ere zuntz finagoak hauteman daitezke. Hala ere, zuntzen zenbaketaren zehaztasuna txikia da, hain igoera handia erabiliz eskaneatu daitekeen azalera txikiaren ondorioz.

Zuntz-lagin bat TEM edo SEM bidez aztertuz gero, mikroskopia optikoa baino askoz zuntz txikiagoak detekta daitezke; beraz, zuntzen diametroaren luzerari eta banaketari buruzko datu zehatzagoak lor daitezke.

Gainera, mikroskopio elektroniko moderno gehienak zuntz indibidualen azterketa errazten duten tresnekin hornituta daude, elektroien difrakzioaren edo energia sakabanatzaileko X izpien analisiaren bidez. Ahalmen horrek zuntzaren konposizio kristalinoa eta oinarrizkoa zehaztea ahalbidetzen du. Horrela, bereizketa fidagarriak egin daitezke, amianto-zuntzen eta ez direnen artean ez ezik, amianto-mineral mota desberdinen artean ere.

Mikroskopia elektronikoko teknikek detekzio-muga txikiagoa dute, 0,25 nm-ko diametroko zuntzetaraino iristen baitira, eta amianto-barietateak eta beste zuntz mota batzuk bereizteko gaitasuna badute ere, mikroskopia optikoko tekniken kasuan baino handiagoak dira haien konplexutasuna, erantzuteko denbora eta kostua.

Ondorioz, mikroskopia elektronikoko teknikak mikroskopia optikoko teknikekin batera erabili ohi dira bi teknikek detekzio-mugak lortzen dituztenean, edo horiek osatzeko zuntz oso finak daudenean edo asbesto-zuntzen identifikazio espezifikoa behar denean.

AMIANTOA KARAKTERIZATZEKO METODO ANALITIKOAK

Amiantoa aztertzeko metodo estandarizatu ugari daude hainbat ingurunetan (airea, lurzorua, ura, materialak, hautsa, etab.), arestian deskribatutako teknika batean edo batzuetan oinarrituta. Kasu bakoitzean erabiliko den metodoa honako hauen araberakoa izango da: aztertu beharreko matrizea, lortu behar den informazio mota eta emaitzak ondoren ebaluatu ahal izateko lortu behar diren kuantifikazio-mugak.

Amiantoaren berezitasunak direla eta, metodo analitikoek **laginak biltzeko** eta aurretratamendurako prozedura espezifikoak ere izan ohi dituzte.

Laginak hartzeko modua karakterizazioaren xede den ingurunearen araberakoa izango da. Oro har, aire-laginak mintzezko iragazkietan biltzen dira, urezkoak plastikozko edo kristalezko botiletan, azaleko hautsezkoak xurgapen edo zerrenda itsaskorren bidez, eta material solidoak (eraikuntza-materialak, lurzorua edo beste produktu batzuk) plastikozko poltsetan edo edukiontzietan.



Aurretratamenduak beharrezkoak dira matrize konplexuak aztertuz gero, eta horien artean kaltzinazio-eragiketak, digestio azidoa edo disolbatzaileekin tratatzea egon daitezke, matrizea ezabatu eta hautatutako prozedura analitikoaren bidez zuntzak detektatu ahal izateko. Kasu batzuetan, prozesuak zuntzen kontzentrazioa jatorrizko laginean diluitzea barne hartuko du.

Kuantifikazioari dagokionez, amianto-kontzentrazioak zehazteko metodo analitikoek zehazten dituzte zenbatu beharreko zuntzen ezaugarriak, zehazki. Zuntzak zenbatzeko protokoloek, halaber, metodo analitiko bakoitzak behatutako zuntz-partikulak nola identifikatu eta zenbatu zehazteko arauak finkatzen dituzte. Normalean, zuntzak luzeraren, zabaleraren eta itxura-erlazioaren arabera definitzen dira (luzera/diametro erlazioa).

Protokoloek, gainera, materialaren identitatea zehazten duten propietate analitikoak barne har ditzakete, hala nola errefrakzio-indizeak, kimika, egitura kristalinoa, etab., baita irizpide analitikoekin bat datozen partikulak kontabilizatzeko arauak ere.

Horrela, adibidez, metodo analitikoetan ugariak dira definizio jakin batera egokitzen diren argitaratutako balioei erreferentzia egiten dieten zuntz asbestiformearen definizioak. Metodo bakoitzak, gainera, definizio bibliografikoei hertsiki atxiki dakiekeen edo atxiki ez dakiekeen "kontabilitate-zuntzaren" definizio bat izan ohi du.

PCM bidezko amianto-zuntzak zenbatzeko lehen protokoloak lantokian amianto-zuntzen kontzentrazioa kontrolatzeko garatu ziren. Protokolo horiek honela definitzen zituzten amianto-zuntzak: itxura (luzera/diametroa) 3:1 edo handiagoa eta luzera 5 µm-tik gorakoa dutenak. 5 µm-tik beherako zuntzak ez ziren zenbatzen, hauts-laginetan partikula txiki asko zeudelako eta guztiak zenbatzea zaila zelako.

Horri dagokionez, hainbat ikerketak erakusten dute 5 µm baino gutxiagoko zuntzek ere izan dezaketela nolabaiteko garrantzia. Arriskuen ebaluazio-ereduek erakusten duten arren arriskuaren zati handi bat 5 µm-tik gorako zuntzekin lotzen dela, eta batzuek iradokitzen duten arren 10 µm-tik gorako zuntzek osasunerako ondorio kaltegarrien % 99 baino gehiago justifikatzen dutela, eredu batzuek 5 µm-tik beherako zuntzentzako faktore bat ere barne hartzen dute, eta horrek iradokitzen du zuntz horiek eraginen bat izan dezaketela, nahiz eta zuntz luzeagoei esleitutakoak baino askoz txikiagoa izan.

Lurzoruko amianto-kontzentrazioa zehazteko metodo analitikoa

Lurzoru kutsatuak ikertzeko eta kudeatzeko lanen esparruan, lurzoru-laginetan amiantoa analizatzeko, ahal dela, Holandako *"NEN 5898: Determination of the content of asbestos in soil, sediment, waste materials and demolition waste"* arauan deskribatutako metodoa erabiliko da, bai eta emaitza baliokidetzat jotzen den beste edozein metodo ere.

Agindutako metodoa egokia da amiantoaren edukia zehazteko, forma edozein dela ere (amianto-zementu zatiak, amiantoa duten plakak, material isolatzailearen hondarrak, itsatsitako zuntz-sortak edo ez, zuntz solteak (finak) eta konposizioa).

Gainera, mota guztietako lurzoruetan, lurretan, sedimentuetan, dragatze-lohietan, prozesatutako eraikuntza- eta eraispen-hondakinetan, birziklatze-granuluetan eta material konparagarrietan amiantoaren edukia zehazteko aplikagarria da. Hala ere, ez da egokitzat jotzen 100 mm-tik gorako partikula duten eraikuntzako eta eraispeneko hondakinak karakterizatzeko.

Metodoa mikroskopia estereoskopikoaren eta argi polarizatuaren (PLM) teknikan oinarritzen da, beharrezkoa izanez gero (zatirik txikienak, zuntz oso finak edo PLMrekin identifikatzeko arazoak daudenean) ekorketa-mikroskopia elektronikoko (SEM) eta izpien difrakzio teknikekin konbinatuta.

Amiantoa duten lurzoruen ikerketaren esparruan, amiantoa duten materialen laginak (halakorik badago) eta amiantoa izan dezaketen lurzoruen laginak jasoko dira.

NEN 5898 araua erabiliz gero, **amiantoa (frakzio lodia) duten materialen laginak** PLM bidez aztertzen dira. Analisi optikoaren teknikak zuntz sorta bakan bat edo batzuk (kola, zementua, hautsa, etab.) sakabanatzearen ondorioz tindatzea erabiltzen du. Tindaketaren ondoren, amianto motaren araberako zuntz-sorta bat identifikatzen da polarizazio-mikroskopiaren bidez. Amiantoa duen materialean dagoen amiantoaren ehunekoa estereomikroskopikoki estimatzen da. Gainera, laginen masa zehazten da.

Lurzoru-laginak ere (frakzio fina) kuantitatiboki aztertzen dira mikroskopia estereoskopiko eta polarizazio bidez. Horretarako, laginak labean lehortzen dira, pisu konstantea lortu arte. 20 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm, mm 1 eta 500 µm-ko sare-argiak dituzten baheen bidez bahetzen dira. Frakzioak mikroskopia optikoaren bidez aztertzen dira amiantoa edo amianto-zuntz sortak dituzten materialen presentzia detektatzeko. Material edo zuntz sorta susmagarriak aurkituz gero, mikroskopia optikoaren bidez pisatu eta aztertuko lirateke. Ondoren, materia lehorraren kg bakoitzeko amianto-zuntzen edukia zehaztuko da.

Aireko zuntzen kontzentrazioa zehazteko metodo analitikoa. Ingurumen-kontrola

Kutsatutako lurzoruak ikertu eta kudeatzeko lanen ingurumen-kontrolaren esparruan, airearen laginetan amiantoaren laginak hartzeko eta analisia egiteko, ahal dela, Laneko Segurtasun eta Higienerako Institutu Nazionalaren MTA/MA-051 metodoan deskribatutako prozedura erabiliko da: *«Amianto-zuntzak eta aireko beste zuntz batzuk zehaztea. Mintzeko iragazkiaren metodoa/faseen kontrasteko mikroskopia optikoa»*, Osasunaren Mundu Erakundeak 1997an gomendatutako metodoaren arabera edo emaitza baliokideak ematen dituen beste edozein metodoren bidez.

Metodo horri esker, zentimetro kubiko bakoitzeko zuntz kopuruan adierazitako aireko zuntzen kontzentrazioa zehaztu daiteke, mintz-iragazkian bildu eta faseak kontrastatzeko mikroskopia optiko bidez (PCM) zenbatuta.

Metodo honen ondorioetarako, zunztzat hartuko da 5 µm-tik gorako luzera, 3 µm-tik beherako diametroa eta 3tik gorako luzera/diametroa erlazioa duen partikula oro.

Metodo horrek ez du zuntz motak bereizteko aukerarik ematen; beraz, identifikazio hori behar izanez gero, beste prozedura eta teknika analitiko osagarri batzuk erabili behar dira.

Metodo honen bidez ikus daitezkeen zuntz txikienak 0,20 µm - 0,25 µm-ko diametrokoak dira. Hortaz, lortutako emaitzek zuntzen zenbakizko kontzentrazioaren indize bat adierazten dute, eta ez zuntzen kopuruaren neurketa absolutu bat.

Aireko zuntzen kontzentrazioa detektatzeko muga zuntzak lagin batean zenbatzeko beheko mugaren eta lagindutako aire-bolumenaren araberakoa da. Detekzio-muga murrizteko, laginketa-denbora 24 ordura arte handitu beharko da, arauan ezarritako emariarekin (2 l/min), ezarritako erreferentzia-baliora iristeko (0,005f/ml).

Ukipen-eremuan arnas daitezkeen amianto-zuntzen kontzentrazioa zehazteko metodo analitikoa

Arnastu daitezkeen amianto-zunztzat hartzen dira matrize batean lotuta ez dauden eta 3 µm-tik beherako diametroa eta 200 µm-tik beherako luzera duten zuntzak.

Lurzorua amiantoak kutsatzen badu, kontaktu-eremurako sakonera estandarra 2 cm-koa izango da. Hala ere, eremu horren lodiera lurzoruaren erabileraren araberakoa izango da, eta kasu bakoitzean justifikatu egin beharko da. Adibidez, indusketa-lanen kasuan, kontaktu-eremu gisa mantendu behar da lan horiek lortuko duten sakonera.

Amianto-zuntz arnasgarrien frakzioa uretan jalkitzearen bidez zehazten da (200 µm inguruko ebaketa-diametroa). Arnasteko moduko amianto-zuntz guztiak dituen frakzio horren analisia ekortzeko mikroskopia elektronikoaren bidez egiten da.





06

Saneamendu teknikak

SANEAMENDU TEKNIKAK

Prozesuaren iraunkortasuna zalantzan dagoen arren (amiantoz kutsatutako lurzoruak lehengoratzen aurreratuen dauden herrialde eta eskualdeetan ere) saneamendu-metodorik ohikoena gaur egun indusketa eta kutsadurak kaltetutako materialak deuseztapen-instalazioetan gordetzea da.

Hala ere, hainbat aukera daude, gero eta sistematikoago aplikatzen direnak, eta hainbat faktoreren arabera har daitezke; horien artean, honako hauek aipa daitezke:

- Amianto mota.
- Amianto kontzentrazioa.
- Eragindako azalera edo bolumena.
- Saneamendu-helburua.
- Beste kutsatzaile batzuen presentzia.
- Egungo edo etorkizuneko erabilera.
- Kokalekuaren kokapena (hartzaile potentzialekiko hurbiltasuna).
- Kokalekuaren jabeak/jabeak arriskua hautematea.
- Laneko osasunaren babesarekin lotutako mugak.
- Beste eskakizun batzuk (geoteknikoak, adibidez).

Faktore horiek kontuan hartzeak hainbat erremedio-aukera aztertzea ekar dezake, eta arriskuaren kudeaketa-ikuspegiaren arabera[6], honela sailka daitezke:

Kontrola eta jarraipena	Arriskuaren ebaluazioa. Kontrol- eta jarraipen-estrategia.
Erakundeen kontrola	Lurzoruaren erabileraren kudeaketa. Seinaleak. Hesitzea. Sartzeko baimenen kontrola. Lurzorua erabiltzeko mugak.
Lehengoratzeko metodo tradizionalak	Indusketa eta off site isurketa. In situ eustea (estaltze-sistemak). Eskuz jasotzea (tokian bertan edo zintan). Goldea/laborantza.
Lehengoratzeko metodo berritzaileak	Baheketa mekanikoa (aurreratua). Zorua garbitzea. Beiraztatzea. ABCOV (suntsipen azidoa). Mikrouhin bidezko suntsipena. Tenperatura baxuan aldatutako desortzio termikoa. Lurzoruko onddoen erabilera. Ehotze fina. Egonkortze fisikoa. Fitokoponketa.

Ohar tekniko horren bidez, ideia orokor bat baino ez da eman nahi, aukera-multzoari buruzkoa, eta, aldi berean, epe ertainean gehien erabiliko direla aurreikusten diren horiei buruzko oinarrizko jarraibide batzuk.

Hurrengo taulan amiantoz kutsatutako lurzoruak lehengoratzeko **gehien erabiltzen diren teknikei buruzko oinarrizko ideia** batzuk jasotzen dira, kasu bakoitzean jarduteko aukerak orientatzeko baliagarriak izan daitezkeenak.

Taulan kontuan hartutako alderdi guztiez gain, honako hauek ere hartuko dira aintzat:

- 1.000 mg/kg-tik gorako amianto-kontzentrazioak dituzten materialak (guztizkoa, haztatu gabea) hondakin arriskutsu gisa sailkatuko dira, eta horrela kudeatu beharko dira.
- Inola ere ez da onartuko amiantoaz induskatutako lurzoruak berrerabiltzea, horien kontzentrazioa edozein dela ere.

6. Iturria: "Asbestos in soil. A pan european perspective" (NICOLE, 2021)

TEKNIKA	DESKRIBAPENA
In situ kudeaketa	**Oinarria** Eremu kutsatua isolatzea zuntzak sortzea saihesten duten hesiekin eta babes-geruzekin. Zer egoeratan aplika litekeen: • Kutsadura sakona (> 1,5 m). • Kutsaduraren banaketa zehaztea zaila. • Kutsatutako azalera zabala. • Amianto hauskorraren edo zuntz libreen ondoriozko kutsadura, kantitate esanguratsuetan. • Zati handi batean zoladuraz edo betegarri garbiko geruzaz estalita, gaur egun edo etorkizunean. • Ez dio arduraa kokalekuaren egungo edo etorkizuneko erabilerak amiantoaren presentziaren ondoriozko murrizketak izan ditzakeenik. **Zehaztapenak:** • Estaldura-geruza bat denboran instalatzea eta mantentzea bermatu behar da. • Estaldura-geruzak gutxienez 50 cm-ko lodiera izan beharko du. Hala ere, baliteke kasu batzuetan lodiera hori handitu behar izatea kutsatutako geruza aldatzea saihesteko, adibidez, lurperatutako zerbitzuak edo lorategiak jartzea aurreikusten bada. Azken gune horietan, landare-estalkia mantenduko dela bermatuko da. • Geruza garbiaren eta amiantoz kutsatutako gainazalaren artean abisuzko geozuntza bat instalatuko da (urarekiko iragazkorra, ikusgaitasun handikoa, sustraiei eusten diena eta kimikoki geldoa, trakzioarekiko erresistentzia handikoa, eta inpaktatutako eremuaren ertzetatik gutxienez 0,5 m harago estaltzen duena eta xafla paraleloak gutxienez 20 cm gainjartzen dituena).

TEKNIKA	DESKRIBAPENA
Off site kentzea	**Oinarria** Amiantoaz kutsatutako lurzoruak hondeatzea eta zabortegi baimendu batera eramatea, bertan desagerrarazteko. Zer egoeratan aplika litekeen: • Gainazaleko kutsaduraren presentzia. • Amianto-kontzentrazioak muga gainditzen du hondakin arriskutsutzat hartzeko (1.000 mg/kg). • Kutsaduraren hedadura behar bezala mugatuta dago. • Kutsadurak eremu txiki samarra estaltzen du. • Indusketa beharrezkoa izango da kokalekua garatzeko. • Kutsadurak material hauskorren kantitate esanguratsuak barne hartzen ditu. • Garrantzitsua da kokalekuaren erabilera-mugak saihestea. **Zehaztapenak:** • Amiantoaz kutsatutako edozein lurzoru hondeatzeko, eremu kutsatuaren albo-mugetatik harantzago norabide guztietan 1 m gehiago kentzea gomendatzen da, baita 30 cm-ko sakonera gehigarria ere. • Indusketan azaldutako azalerak baliozkotu egin beharko dira amiantoaren ondoriozko kutsadura soberakinari dagokionez.

TEKNIKA	DESKRIBAPENA
On site kudeaketa	**Oinarria** Kutsadurak eragindako leku berean lurzorua manipulatzea edo tratamendu fisiko edo kimikoa eskatzen duten teknikak sartzen dira multzo honetan, hainbat metodo erabiliz: eskuz biltzea, goldea, baheketa, solidotzea, garbitzea edo lurzorua on site uztea. Teknika horiek aplikatzeko (in situ eskuz biltzea edo hura osatzen duen goldea izan ezik), lurra hondeatu behar da aldez aurretik. Tratamenduaren ondorioz lurzoruetatik erretiratutako amiantoa (MCA) duten materialen hondakinak lortzen direnean, horiek behar bezala ontziratu eta kudeatu beharko dira indarrean dagoen araudi aplikagarriaren arabera. Zer egoeratan aplika litekeen: • Gainazaleko kutsaduraren presentzia (talde honetako teknika batzuetarako). • Kutsadurak eragindako azalera handi samarra. • Kutsaduraren hedadura behar bezala mugatuta dago. • Amiantorik gabeko zuntzen presentziarekin loturarik ez duen kutsadura. • Kokalekuan erabilera-mugak saihesteko aukera. • Eremu kutsatutik distantzia jakin batera dauden albo propietateak, ez dira hondakinezkoak eta ez dute hartzaile sentikorrik hartzen, hala nola ikastetxerik. **Zehaztapenak:** - Eskuzko bilketa • Kutsadura gainazalean edo sakonera txikian hauskorrak ez diren amiantodun materialek (MCA) eragiten dutenean soilik aplika daiteke. • Oro har, beste edozein ekintzaren aurretik landaredia kendu behar da. • Prozesuak lan sistematikoa eskatzen du, MCA duten lurzoruen azalera eta sakonera guztia material horietatik libre geratzen dela bermatzeko. Adibidez, Australian jarraitzen diren prozedurek hiru pase behar dituzte eremu bakoitzaren gainean, 10 cm-ko sakonerara iristeko gai den arrastelu baten bidez eta hortzen arteko 7 mm-ko tartearekin (eskuarea lurzoru hareatsuetan bakarrik da eraginkorra). Arrastelatu eta biltzeko lana sare-patroi bati jarraituz egin behar da, jasotako MCAen pisua eta kokapena erregistratuz. - Goldatzea • MCA bidezko kutsadurari aplika dakioke, gehienez 30 cm-koa. • Prozesuak arreta berezia behar du MCAak ez kaltetzeko. • Eskuzko bilketarekin batera erabil daiteke. • Eskuzko bilketarako adierazitako antzeko metodologia erabili behar da datuak identifikatzeko, aurkitzeko, pisatzeko eta kontzentrazioa kalkulatzeko. - Baheketa • Teknika hori oso eraginkorra da MCArentzat. • Baheketa instalazioan egin daiteke, argi-bahe aldakorrekin, uhal garraiatzaileen gainean, zuntza eta hautsa kontrolatzeko neurri zorrotzen pean lurra induskatu ondoren. • Ezinbestekoa da airea eta hautsa monitorizatzea. - Solidotzea • Edozein motatako amiantoz kutsatutako lurzoruetan aplikatu daiteke. • Lurra hondeatu ondoren, in situ, rotobator ekipoaren edo antzekoaren bidez, edo oinplanoan, egin daitezkeen substantzia aglutinatzaileak aplikatzean datza. - Garbiketa • Teknika hori ez da egokia zuntz askeentzat, eta zaila da aplikatzea lurzoruak dentsitate desberdineko MCA badu. • Lurzoruak hondeatu behar dira eta, ondorioz, zuntzak eta hautsa kontrolatu eta jarraitu behar dira.

3. taula. Lurrean amiantoa tratatzeko teknika ohikoenen deskribapen orokorra

INGURUMENAREN KONTROLA ETA JARRAIPENA

Amiantoa duten lurzoruen arriskua kudeatzeko edo lehengoratzeko lanen aurretik, bitartean eta ondoren, aireko amianto-zuntzen ingurumen-kontrolak egin beharko dira kokalekuaren inguruan, inguruko biztanleak babesteko.

Horretarako, kontrol-puntuak jarriko dira balizko hartzaile sentikorrak detektatzen diren norabideetan (amianto-zuntzak arnastu ditzakeen hurbileko populazioa), bai eta haizearen norabide nagusian ere.

Laginak hartu eta analizatzeko zeregina (zuntzak zenbatzeko), Laneko Segurtasun eta Higienerako Institutu Nazionalaren MTA/MA-051 metodoan deskribatutao prozedurari jarraituz beteko da *(«Amianto-zuntzak eta aireko beste zuntz batzuk zehaztea. Mintz iragazkiaren metodoa/faseak kontrastatzeko mikroskopia optikoa»)*; betiere Osasunaren Mundu Erakundeak 1997an gomendatutako metodoaren arabera edo emaitza baliokideak ematen dituen beste edozein metodoren arabera.

Metodo horrekin bat etorriz, aireko zuntzen kontzentrazioa detektatzeko muga, erreferentziatzat hartu beharreko balioari dagokiona, lagin bateko zuntzak zenbatzeko beheko mugaren eta lagindutako aire-bolumenaren araberakoa da. Detekzio-muga 0,01 zuntz/cm3 izango da, betiere lagindutako aire-bolumena gutxienez 480 litrokoa bada. Detekzio-muga hori murrizteko, ahal den neurrian, laginketa-denbora 24 ordura arte luzatu beharko da, arauan ezarritako emariarekin (2 l/min).

Ingurumen-kontroleko muga-balioak gainditzen direla detektatuz gero, gainditze horren arrazoiak ikertu beharko dira, eta kausak ezabatzeko premiazko neurriak ezarri (adibidez, jarduerak geldiaraztea, esposiziopeko azalerak behin-behinean estaltzea edo horiek agente hezetzaile edo aglutinatzaileekin tratatzea, etab.), eta ingurumen-organoari berehala jakinarazi beharko zaio gainditze hori, horren arrazoiak azalduz, lanekin jarraitzeko hartutako edo hartu beharreko neurriak ezarriz eta kontzentrazioak ezarritako erreferentzia-balioen azpitik mantenduz.

LANEKO ARRISKUEN PREBENTZIOA

Amiantoaz kutsatutako lurzoruak berreskuratzeko lanak egiten diren bitartean langile guztien laneko segurtasuna eta osasuna bermatzeko, erakundeak bete eta betearazi egin beharko ditu *azaroaren 8ko 31/1995 LEGEAN, lan-arriskuen prebentzioari buruzkoan, eta indarrean dagoen eta aplikagarria den beste edozein lege-xedapenetan jasotako xedapenak.*

Bereziki, kontuan hartu beharko da *martxoaren 31ko 396/2006 ERREGE DEKRETUA, amiantoaren eraginpean egoteko arriskua duten lanei aplikatu beharreko gutxieneko segurtasun- eta osasun-xedapenak ezartzen dituena.*

LURZORUAREN BERRESKURAPENA EGIAZTATZEA

Saneamendu-neurrien eraginkortasuna egiaztatzeko, abenduaren 26ko 209/2019 Dekretuaren VIII. eranskineko (Lurzoruaren azken egoera) jarraibideak beteko dira.



